



## **Frederiksberg-undersøgelse: Kortlægning af driftspersonalets færdigheder, kompetencer, praksis og hverdagsudfordringer med hensyn til indeklima og energi**

**Kolarik, Jakub; Harbo, Jacob Steen ; Nielsen, Susanne Balslev; Rasmussen, Helle Lohmann**

*Publication date:*  
2018

*Document Version*  
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

*Citation (APA):*  
Kolarik, J., Harbo, J. S., Nielsen, S. B., & Rasmussen, H. L. (2018). *Frederiksberg-undersøgelse: Kortlægning af driftspersonalets færdigheder, kompetencer, praksis og hverdagsudfordringer med hensyn til indeklima og energi*.

---

### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

# "FREDERIKSBERG-UNDERSØGELSE"

Kortlægning af driftspersonalets færdigheder, kompetencer, praksis og hverdagsudfordringer med hensyn til indeklima og energi

*Jakub Kolarik, Lektor*

*Danmarks Tekniske Universitet*

*[jakol@byg.dtu.dk](mailto:jakol@byg.dtu.dk)*

*Jacob Steen Harbo, Projektleder*

*Frederiksberg Forsyning A/S*

*[jash@frb-forsyning.dk](mailto:jash@frb-forsyning.dk)*

*og*

*Susanne Balslev Nielsen*

*Helle Lohmann Rasmussen*

*DTU Management Engineering*

*[helr@dtu.dk](mailto:helr@dtu.dk)*

**DTU** Danmarks Tekniske Universitet  
**DTU Byg**  
Institut for Byggeri og Anlæg

 **Frederiksberg  
Forsyning**

CENTER FOR FACILITIES MANAGEMENT  
**CFM**  
REALDANIA FØRSKNING



**ELFORSK**

Undersøgelsen beskrevet i denne rapport blev udarbejdet som del af projektet **Energirigtigt drift af det rette indeklima i bygninger – ENDRIN** støttet af ELFORSK i periode 2016–2017, projektnummer 348-006 ([www.elforsk.dk](http://www.elforsk.dk)).

Billede på forsiden: Danmarks Tekniske Universitet



## 2.1. Indhold

2.1.	Indhold .....	3
2.2.	Indledning .....	4
	Formål .....	4
2.3.	Baggrund.....	5
	Effekt af dårlig indeklime.....	5
2.4.	Metoder .....	6
	Dataopsamling.....	6
	Identifikation og valg af casene.....	7
	Dataanalyse .....	8
2.5.	Resultater og diskussion .....	9
	Respondenter .....	9
	Karakteristik af cases.....	11
	Anlæg og bygningsinstallationer.....	13
	Ansvar for FM, drift og vedligehold, indeklime og energi .....	13
	Driftsstrategier.....	14
	Krav til og styring af indeklime .....	16
	Uddannelse vedrørende indeklime og CTS.....	19
	Inddragelse af ledelse og kommunikation.....	21
2.6.	Generel diskussion .....	22
2.7.	Forslag vedrørende uddannelse.....	24
2.8.	Konklusioner.....	25
2.9.	Referencer .....	27
2.10.	Bilag A – Interview formular .....	28
2.11.	Bilag B – Eksempel af målerapport leveret til case-bygninger.....	29

## 2.2. Indledning

Nuværende fokus på bæredygtigt og energioptimalt byggeri kommer med mange krav og standarder, der skal sikre et lavt energiforbrug og behageligt indeklima. Men de fleste krav bruges kun i projekteringsfasen. Bygningerne designes ved brug af avancerede tegningsværktøjer, og deres præstation vurderes med dynamiske simuleringer. Der udføres beregninger for at sikre, at bygningen opfylder ”energirammen” osv. Når bygningen tages i drift bruges commissioning og funktionsafprøvning, og hvis der findes en aftale om 1 og 5 års gennemgang, holdes der øje med bygningen i de første fem. Men vi regner med at bygningen bliver stående i måske 50 eller 80 år. Der findes officielt ingen krav til, hvordan bygningen skal præstere i resten af dens levetid. Men den skal garantere sundt og behageligt indeklima hver dag.

**Bygningsdrift** er et meget kompliceret og tværfagligt område. Mennesker der beskæftiger sig med bygningsdrift skal råde over mange forskellige kompetencer. Det første, man tænker, når man hører ordet bygningsdrift er ”vicevært” eller ”pedel” – en person, der kommer og skifter en pære eller et dørhåndtag, når de går i stykker. Der fjerner sne om vinteren og slår græs om sommeren. Reparerer utætte vandrør eller skifter en termostat på en radiator. Hvis der er tale om kontorbyggeri er driftsmandens opgaveliste bare ti gange længere, og det er ikke kun håndværkeropgaver, han får. Driftspersonalet skal også kunne betjene forskellige styresystemer til for eksempel ventilation, opvarmning eller belysning. Yderligere har driftspersonalet også ansvar for vedligehold af alle tekniske systemer og overvågning af deres funktion. Alle disse opgaver kan ikke klares af en eller to personer. Derfor kan vi i nuværende bygninger, eller organisationer der råder over flere bygninger, finde dedikerede afdelinger, der ansætter snesevis af mennesker. I sådanne arbejdsenheder, ofte kaldet Facility Management (FM)-enheder, findes som regel en bestemt ledelsesstruktur, der inkluderer servicemedarbejdere, tilsynsførende servicemedarbejdere, funktions- eller projektledere, m.m. Det er uden for diskussion, at kompetencer og fagligt niveau af medarbejdere i alle niveauer af strukturen påvirker kvaliteten af drift.

**Hvad skal man kunne for at blive en god driftsmand?** Skal man tage en bestemt uddannelse, eller er det bare erfaringer fra praksis, der bestemmer? Ved ledelsen, hvilken indflydelse dårlig drift og energiudnyttelse har på økonomi og asset management i øvrigt? Ved driftspersonalet i nuværende danske kontorbygninger nok til at sikre et godt indeklima og energirigtigt drift? Det er spørgsmål, der bør undersøges for at tage et skridt videre på vejen mod bæredygtigt og energioptimalt byggeri.

### Formål

Formål ved undersøgelsen beskrevet i denne rapport er at undersøge kompetencer, erfaringer og udfordringer af driftspersonale i mindst 10 cases – virksomheder eller offentlige institutioner, der drifter en eller flere kontorer/ikke industrielle bygninger. Undersøgelsen, der har særligt fokus på indeklima og energioptimal drift, prøver ikke at producere resultater, der kan relateres til et flertal af danske kontorbygninger. Den skal mere forstås som en stikprøve, der undersøger tendenser i organisationernes/virksomhedernes tilgang til indeklimarelateret drift.

## 2.3. Baggrund

Nuværende bygninger er ofte udstyret med mange avancerede teknologier. Der forventes, at anvendelse af disse teknologier næsten automatisk fører til høj kvalitet af indeklima og lavt energiforbrug. Men alle komplekse kontrolsystemer og avancerede tekniske installationer skal, i sidste ende, drives af mennesker. Derfor er det afgørende, at det tekniske personale har de rette kompetencer, viden og færdigheder til at drifte bygnings opvarmning, køling og ventilationssystemer effektivt. Bygninger, hvor gulvvarme-/kølesystemer anvendes sammen med naturlig ventilation, kan bruges som et godt eksempel på system-kombination, der stiller høje krav til teknisk personale. Udnyttelse af naturlig ventilation betyder generelt lavere energiforbrug til både ventilation og køling, men automatisk styring af naturlig ventilation kan føre til problemer med den lokale termiske komfort på grund af træk og dermed højere antal af klager fra brugere. En tekniker, der justerer tidsplaner for naturlig ventilation bør derfor have både tilstrækkelig teknisk viden om naturlig ventilation og viden om betingelser for termisk komfort. Derudover, selv om gulvvarme-/kølesystemer (herunder såkaldte termoaktive systemer) er meget komfortable og energieffektive, kræves et kendskab til deres specifikke dynamik i samspil med ”tolerancen” i de termiske indeklimakrav.

Viden om arbejdskompetencer og færdigheder af teknisk personale i danske kontorbygninger er meget begrænset. Der findes ingen officielle og systematiske undersøgelser, der analyserer, hvordan personalets kompetencer påvirker energiforbrug og indeklima. Vi mener, at der er behov for at undersøge driftspersonalets hverdagsproblemer og udfordringer. Med denne viden vil det være muligt at designe uddannelsesprogrammer og kurser, der kan forbedre driftspersonalets kompetencer og gøre dem mere effektive i at løse hverdagsproblemer. Den samme viden kan også direkte bruges til at designe passende uddannelse og efteruddannelse på Maskinmesterskolen, DTU Byg (DTU Diplom) og DTU Facility Management.

### Effekt af dårlig indeklima

Flere forskningsundersøgelser viser, at indeklimaet har direkte indflydelse på kontoransattes arbejdspræstation. Temperaturen indflydelse var for eksempel beskrevet i undersøgelser af Railio et al. (2002) og Federspiel et al. (2002). Railio et al. (2002) viste, at call-centeroperatører arbejdede hurtigere i de dele af bygningen, hvor temperatur var under 25 °C. Deres taletid var 5-7 % kortere end taletid af operatører i kontorer med højere temperatur. En undersøgelse af Federspiel et al. (2002) viste, at sygeplejersker brugte 16 % mere tid til at skrive deres rapporter, når rumtemperaturen steg over 25.4 °C. Med hensyn til ventilation har Milton et al. (2000) vist, at øget ventilation i en kontorbygning har ført til 35 % lavere sygefravær blandt medarbejderne. Ligeledes er det blevet påvist, at omkostningerne ved forværret præstation normalt er meget højere end andre omkostninger relaterede til bygningsdrift. Woods (1989) vurderer, at årlige omkostninger til drift og vedligeholdelse kun udgør 4 % af lønomkostninger. Desuden betegner energiforbrug kun 1-2 % af lønomkostningerne. I et studie af Hanssen (2000) udgjorde årlige driftsomkostninger (el, varme, rengøring, osv.) kun 12,5 % af lønomkostningerne. Ovennævnte resultater viser, hvor vigtigt det er at sikre et passende indeklima. Dette kan kun opnås ved effektiv drift og vedligeholdelse.

## 2.4. Metoder

### Dataopsamling

#### *Interviews med driftspersonale*

Driftspersonalets kompetencer med hensyn til indeklima og energirigtigt bygningsdrift samt deres dagligdags erfaringer og udfordringer blev undersøgt ved brug af semi-strukturerede interviews. Metoden blev valgt, fordi den muliggør opsamling af både kvalitative og kvantitative data. Kvantitative data i dette projekt forstås som informationer vedrørende bygningens konstruktion, funktionalitet, systemer og driftsparametre. Kvalitative data omfatter driftspersonalets erfaringer, metoder og meninger. Opsamling af både kvalitative og kvantitative data er vigtigt for at skabe et fuldt overblik over et bredt emne som bygningsdrift. De teknologi og systemer, driftspersonalet arbejder med, skaber en ramme for deres hverdagsopgaver. Systemer påvirker også direkte det nødvendige kompetenceniveau, driftspersonalet skal have for at løse sine opgaver. På den anden side kan de tekniske data ikke afspejle personalets erfaringer, frustrationer og meninger. Derudover skal der tages hensyn til en forskel mellem simpelt svar på spørgsmål i spørgeskema: ”Har jeres organisation en strategi til indeklima drift” - ja eller nej, og uddybende dialog mellem respondenter og interviewpersonen. Det er kun samtalen, der giver interviewpersonen mulighed for at stille uddybende spørgsmål, så de forskellige nuancer bedre kan fanges, og der kan skabes et detaljeret overblik over casen. En skabelon, der indeholder samtaleens grundlæggerne struktur var forberedt i projektgruppen og implementeret til online-værktøjet Google Forms. Internet baseret skabelon var brugt for at forenkle processen af data management i projektet. Tabel 1 giver overblik over opbygning af skabelonen. Fuld version kan ses i Bilag A. I løbet af hver samtale, noterede interviewpersonen relevante informationer enten direkte i en elektronisk formular på PC/tablet eller med håndskrift på papir-version af formularen og genindtaste data til web-formularen efter samtalen. Yderligere var der lavet lydoptagelse under samtalen. Dette sket efter tilladelse fra respondenter og dog kun i de tilfælde hvor samtalen var foretaget af medlemmer fra projektgruppen. Der blev i alt foretaget 10 lydoptagelser i projektet der resultere i mere end 10 times audiomateriale. Efterfølgerne var lydoptagelserne transskriberet og tekst version var brugt til videregående analyse.

#### *Indeklima målinger*

Ved hvert interview blev driftspersonalet spurgt, om det var muligt at foretage indeklimamålinger i bygningen eller analysere indeklimadata registeret af bygningens CTS- (Central Tilstandskontrol og Styring) anlæg. Hvis tilladt, blev 5 trådløse indeklimamålere (IC-meter) installeret i bygningen for at dække både repræsentative og kritiske steder med hensyn til indeklimaforhold. Stikprøvemåling blev foretaget i en periode på 2 uger.

Målinger inkluderede følgerne indeklimaparametre:

- Rumtemperatur
- Relativ luftfugtighed
- Koncentration af kuldioxid (CO<sub>2</sub>)
- Støj

Opsamlede data blev analyseret med udgangspunkt i indeklimakrav ifølge anbefalinger af Arbejdstilsynet (AT 2018), Dansk Bygningsreglement (BR15 2017) samt gældende standarder. En kort rapport blev udarbejdet for hver bygning. Eksempel på målerapport kan ses i Bilag B. Målinger blev foretaget i fire cases.

*Tabel 1 Opsummering af spørgeskemaets indhold*

Sektion	Inkluderede emner
Virksomhed og ejendomme interviewpersonen har ansvar for	Generelle data om virksomheden, bygninger (byggeår, areal) og tekniske faciliteter (opvarmning, ventilation)
Drift og vedligehold (DV)/ Facility Management (FM)	Organisation, ansvar og strategi for DV & FM
Indeklima	Ansvar og strategi mht. indeklima, indeklimakrav, driftsrelaterede parametre (set-punkter, nat sænkning m.m.), uddannelse og kompetencer vedrørende indeklima og regulering, involvering af ledelse og kommunikation
Energiforbrug	Ansvar og strategi mht. energiforbrug, målsætninger og energistyring
Dit job (sektion fokuseret på konkret medarbejder)	Stillingsbetegnelse, baggrund, uddannelse, manglende kompetencer

### *Datasikkerhed og anonymitet*

Kun personer fra projektgruppen havde adgang til opsamlede data. Efter projektets afslutning bliver dataene behandlet ifølge Danmarks Tekniske Universitets (DTU) datasikkerhedspolitik. Før publikation blev alle data anonymiseret så det er ikke muligt at identificere organisationer, personer eller enkelte bygninger i resultaterne af undersøgelsen.

### **Identifikation og valg af casene**

Det oprindelige mål var at foretage en samtale med driftspersonale i mindst 10 såkaldte cases i Frederiksberg kommune. En case beskrives som virksomhed/offentlig institution, der driver en eller flere bygninger eller en enkel bygning, hvor der dog findes en organiseret drifts-/FM-afdeling. Det samlede årsforbrug til fjernvarme, ifølge data fra Frederiksberg Forsyning, blev brugt til at identificere mulige cases. Den grundlæggende idé var, at ved at vælge de 10 største forbrugere, rammes der virksomheder, organisationer eller enkelte bygninger, der har udviklet en drifts- og vedligeholds-struktur, og hvor driftspersonalet arbejder med forskellige systemer.



Men i løbet undersøgelsens forberedelse viste den førnævnte metode sig ikke passende. Mange af virksomhederne viste ikke interesse i undersøgelsen. Strategien til identifikation af cases blev derfor ændret.

Identifikation af cases blev delt i to spor. Det første spor fokuserede på virksomheder, der samarbejder med Maskinmesterskolen København (MSK) inden for rammerne af kursus Technical Facility Management. Som del af undervisning tager MSK's studerende på besøg hos virksomhederne og lærer om Facility Management i praksis. I oktober 2016 fik de studerende introduktion og detaljeret instruktion til udførelse af interviews, der efterfølgerne blev foretaget i løbet af november 2016. Der blev i alt foretaget 12 interviews i 11 cases. Interviews foretaget som del af 1. spor var ikke optaget, så kvalitative analyser var ikke mulige. Det andet spor inkluderede cases fra Frederiksberg sammen med andre cases beliggende på Sjælland (11 cases) og i Jylland (1 case). Udvalget af casene var baseret på netværk blandt projektgruppens medlemmer.

### *Interviewet driftspersonale*

Undersøgelse var ikke fokuseret på en bestemt gruppe af driftspersonale. Ideen var at dække flest mulige niveauer i FM-strukturen i de enkelte organisationer. Undersøgelsen arbejdede med følgende kategorier:

- Servicemedarbejder
- Tilsynsførende servicemedarbejder
- Funktions- eller projektleder
- Øverste leder af FM-funktion
- Strategisk leder

### **Dataanalyse**

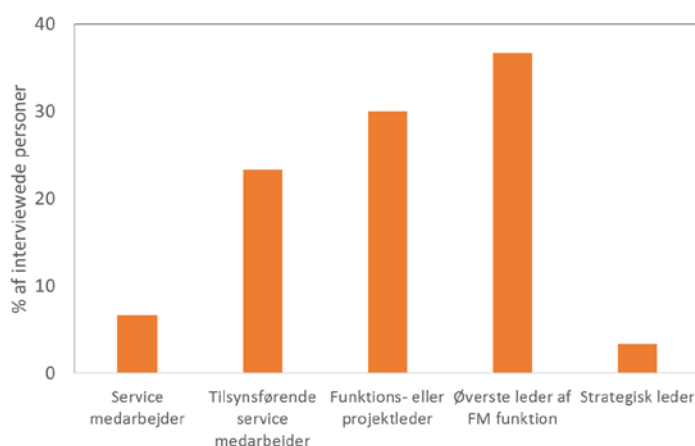
Kvantitative data formede den grundlæggende struktur for dataanalysen i undersøgelsen. Denne struktur inkluderede følgende emner/områder: *virksomhed og ejendomme den interviewede har ansvar for, drift og vedligehold/facility management, indeklima, energiforbrug, den interviewedes job og personlige oplysninger*. Analysen kombinerede kvantitative data for hvert område med kvalitative input opsamlet i løbet af samtalen. Kvalitative data blev analyseret ved brug af softwaren Max QDA, der gør det muligt at markere forskellige sektioner i store mængder af tekst (her transskriberinger af lydoptagelser fra samtalerne) med specifikke koder og lede efter trends, ligheder og modsigelser i de kvalitative data.

Præsentation af resultaterne i denne rapport vil følge overnævnte sektioner. De Kvantitative data bliver suppleret med kvalitative detaljer og tendenser fra lydoptagelserne.

## 2.5. Resultater og diskussion

### Respondenter

I alt 31 personer blev interviewet, 12 interviews blev foretaget af MSK's studerende og 18 interviews blev foretaget af projektgruppens medlemmer. Figur 1 giver overblik over stillingsbetegnelser for de interviewede personer. De tre største grupper var tilsynsførende servicemedarbejder, funktions-/projekt leder og øverste leder med FM-funktion. Den sidstnævnte gruppe var den største - 37 % af alle samtalerne. Årsagen til, at så mange personer med førende funktion deltog i undersøgelsen, er, at disse medarbejdere tit var projektgruppens primære kontakt til casen. Selv om de var bedt om at stille deres underordnede medarbejdere til rådighed for interview, skete det faktisk ret tit, at det var funktionslederen selv, der besluttede at deltage i samtalen på vegne af alt driftspersonale. En af de hyppigste argumenter er, at servicemedarbejdere har altid meget travlt og ikke har tid til samtaler med forskere. Det lykkes alligevel at foretage interviews med et rimeligt antal tilsynsførende servicemedarbejdere og funktionsledere på lavere niveau i FM-ledelsesstrukturen. De to sidstnævnte grupper udgør 53 % af samtalerne.



Figur 1 Stillingsbetegnelse for interviewede personer; antal af svar  $n = 30$

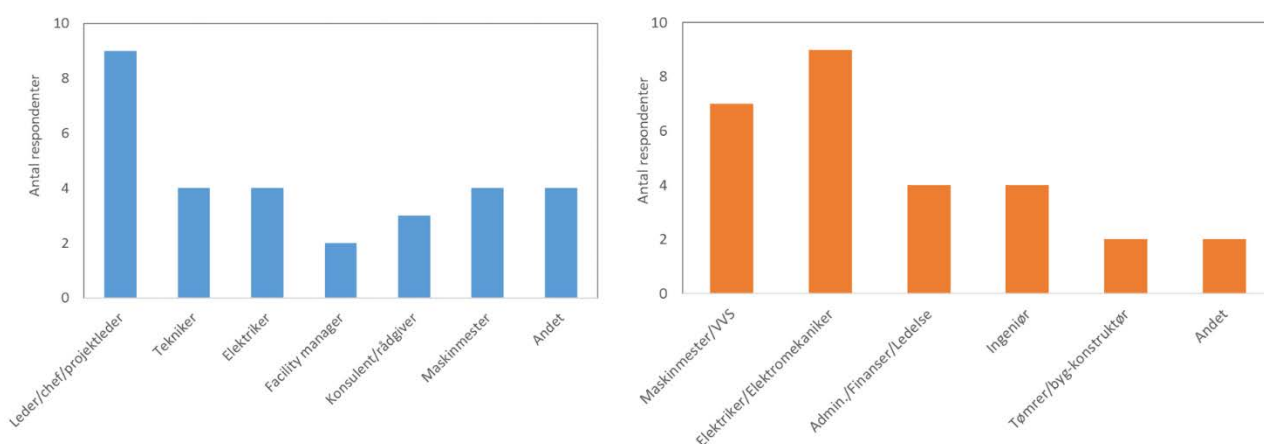
Respondenterne blev spurgt om deres nuværende stilling (Figur 2). Såvel stillingsbetegnelse som deres organisatoriske placering fortæller meget om, hvor meget vægt lægges på bygningsdrift i virksomheden/organisation.



Figur 2 Hyppighed af forskellige stillingsbetegnelser i undersøgelsen præsenteret ved brug af såkaldt ord-kort

Med hensyn til organisatorisk placering tilhørte de fleste respondenter FM-/Vedligeholdelses-afdeling – i alt 11 personer. Den næsthøypigste placering var i teknisk afdeling, men der var også to tilfælde, hvor respondenterne arbejdede under HR (human resources) eller direkte under direktionen. I et tilfælde var respondenterne en person fra økonomiafdelingen. Den organisatoriske placering af personer, der arbejder med drift og indeklimateknik, kan indikere, hvor meget vægt der lægges på emnet i virksomheden/organisationen. Undersøgelsen viste, at der i de fleste tilfælde var etableret en speciel afdeling for Facility Management eller teknisk drift. I tilfælde af FM er det vigtigt at undersøge, om teknisk drift er kun en lille del af hele FM-området, eller om teknisk drift får betydeligt opmærksomhed. 28 personer svarede på spørgsmål om, hvor lang tid de har arbejdet i deres nuværende stilling. I gennemsnit har de arbejdet i deres nuværende stilling i 10 år med et minimum på 0 år (3 måneder) og maksimum på 36 år. 61 % af respondenterne har arbejdet i deres nuværende stilling længere end 3 år.

Figur 3 opsummerer resultater vedrørende respondenternes tidligere stilling og deres uddannelse/baggrund.



*Figur 3 Tidligere stilling (venstre) og uddannelse (højre) af respondenter i undersøgelsen*

Med hensyn til tidligere stilling var de fleste respondenter ansat i en ledelsesfunktion, den næststørste gruppe var maskinmester, elektriker og tekniker. De fleste respondenter var uddannet elektriker eller maskinmester (og VVS-tekniker). Trods forskellige anekdotiske fortællinger fra praksis, som for eksempel, at en tidligere slagter blev ansat som driftsmand i en moderne kontorbygning, indikerer Figur 3 en bestemt konsistens i, hvordan stillinger i området bygningsdrift bliver besat. Der var kun enkelte tilfælde i de undersøgende cases, hvor den nuværende FM-projektleder arbejdede som underviser (men alligevel på tekniske fag), og der var tre tilfælde, hvor personerne kom til FM fra rådgivningsbranchen. Generelt kan man derfor konstatere, at de fleste af respondenter havde baggrund svarende til, hvad man forventer fra driftspersonale.

### *Vurdering af kompetencer til nuværende job og manglende kompetencer*

I løbet af samtalerne blev respondenterne spurgt, hvordan de vurderer deres kompetencer med hensyn til deres nuværende job på en skala fra 1 (ikke tilstrækkelige) til 5 (meget passende). De

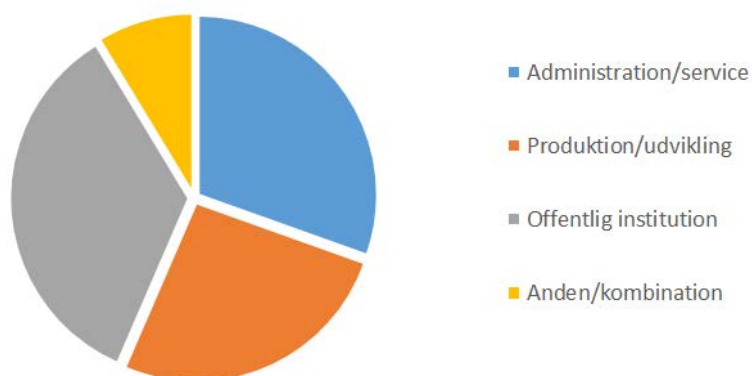
fleste evaluerede deres kompetencer på niveau 4 eller 5, dvs. passende til deres daglige arbejde. Det er måske mere interessant at kigge på, hvilke kompetencer respondenterne manglede i deres daglige arbejde. Manglende viden om indeklimate og CTS var et af de hyppigste svar. Nogle respondenter nævner direkte indeklimate, andre snakker om ventilation og regulering og nævner indeklimate efterfølgende. En respondent siger, at han gerne vil lære hvordan han selv kan lave en indeklimateundersøgelse. Flere nævner, at det bedste vil være, hvis de kunne lære på deres egne bygninger. Det giver bedre mening for dem at kunne relatere teorien til deres daglige arbejde. Det har vist sig i undersøgelsen, at i nogle cases fungerer sådan en tilgang med hensyn til undervisning om CTS. Andre efterspurgte emner var projektering, jura og kontrakter eller specialområder inden for bestemte installationer (vakuum, gasanlæg, osv.).

### *Respondenternes personlige detaljer*

De fleste af respondenter var mænd (27 personer). Ud af de tre kvinder, der deltog i undersøgelsen, arbejdede en som FM-afdelingsleder (uddannet som ingeniør) og de to andre som Facility Managers (med uddannelse inden for administration og finanser). De sidstnævnte arbejdede direkte for HR-afdelingen i organisationen.

### **Karakteristik af cases**

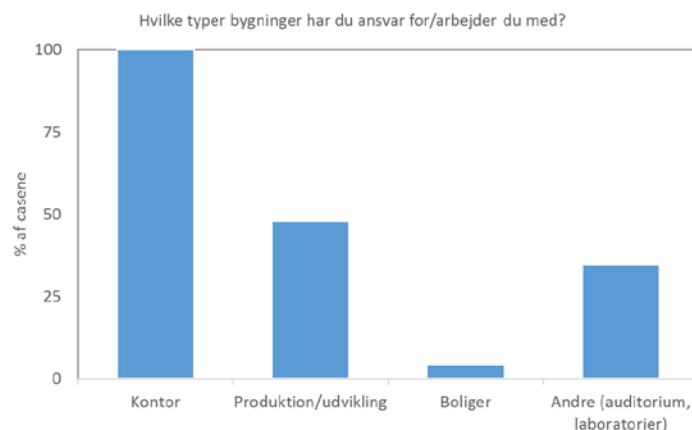
Undersøgelsen inkluderer i alt 23 cases. Figur 4 viser fordelingen af forskellige typer af virksomheder i den analyserede pulje. 35 % af casene var offentlige institutioner som kommuner eller uddannelsesinstitutioner, 30 % af casene var private virksomheder fokuserede på administration og service (IT, rådgivning, m.m.), og 26 % var private virksomheder, der beskæftiger sig med produktion eller udvikling (drift af produktionslinjer eller værksteder var ikke inkluderet i undersøgelsen).



*Figur 4 Typer af virksomheder/organisationer i undersøgelsen*

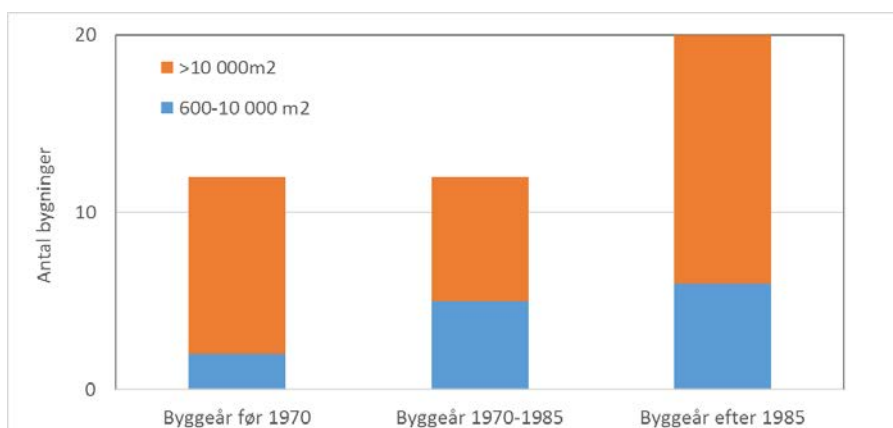
I alle casene arbejder driftspersonalet med kontorbygninger. Drift af værksteder, produktionshaller eller lignende bygninger foregår i 48 % af casene. Figur 5 giver detaljeret indblik i forskellige bygningstyper.





*Figur 5 Typer af bygninger i undersøgelsen*

I alle cases omfatter bygningsdrift mellemstore og større bygninger. Klart de fleste blev bygget efter 1985. Detaljer vedrørende bygningernes alder og areal opsummeres i Figur 6. Bygningernes alder spiller en rolle med hensyn til, hvor meget automatik og hvor mange systemer driftspersonalet skal arbejde med. Systemer i ældre bygninger indeholder ofte kun opvarmning og udsugning fra toiletter. Der bruges sjældent CTS-anlæg og avanceret automatik. Dette gør dem mere robuste, men ikke immune med hensyn til indeklimaproblemer. Herudover betyder mangel på CTS-anlæg ofte også mangel af indeklimaovervågning. I moderne bygninger bruges der automatik i større omfang. I de fleste cases, hvor driftspersonalet arbejder med store bygningsporteføljer, findes der ofte flere forskellige CTS-systemer, så en af de største udfordringer er at holde overblik over det hele.



*Figur 6 Alder og areal af bygninger i undersøgelsen*

I de fleste tilfælde er en ret stor del af bygningerne energirenoveret på en eller anden måde. Omfanget af renoveringerne er meget forskelligt. Fra udskiftning af radiatorventiler, vinduer, efterisolering af yderkonstruktioner, udskiftning af ventilatorer til udskiftning af hele CTS-anlæg. Flere respondenter svarede, at der sjældent foretages totale renoveringer, hvilke er udfordrende både finansielt og driftsmæssigt.

## Anlæg og bygningsinstallationer

Tabel 2 opsummerer antallet af cases, der arbejder med forskellige typer anlæg. De fleste har erfaring med fjernvarme, mekanisk ventilation og mekanisk køling. Der var ni cases, hvor driftspersonalet nævnte ventilation med variable luftmængde (VAV). I disse tilfælde bliver luftmængden justeret ifølge CO<sub>2</sub>- eller temperaturmålinger.

*Tabel 2 Antal cases med forskellige bygningssystemer*

Varmeanlæg		antal cases
	Fjernvarme	18
	Natural Gas	7
	Varmepumpe	3
	Andre varmekilder (træfyr, dam)	4
Ventilaiton		
	Mekanisk ventilaiton	22
	VAV	9
	Naturlig/Hybrid ventilaiton	16
Køling		
	Kompressor	22
	Fjern køl	2
	Other (fri køl, grund køl, ...)	4











I mange bygninger er ventilation en blanding af CAV og VAV. VAV bruges tit i mødelokalerne, hvor det er svært at forudse antal personer og længde af deres tilstedeværelse. En interessant bemærkning fra en respondent var, at der var både bygninger med VAV og CAV i hans portefølje, afhængige af, hvor mange penge der var til at bygge de forskellige bygninger.

Der findes også et ret stort antal bygninger med naturlig og hybrid ventilation. Disse systemer kan medføre udfordringer på grund af træk relateret til automatisk vinduesåbning. Vedrørende køling ser det ud til, at kompressorkøleanlæg, specielt baseret på ammoniak, vinder over fjernkøling for nu.

## Ansvar for FM, drift og vedligehold, indeklima og energi

Spørgsmål vedrørende ansvar for de tre vigtige områder i FM-drift/vedligehold, indeklima og energi havde til formål at belyse, hvor mange organisationer som udliciterede deres FM-relaterede opgaver. Resultaterne, der er opsummeret i Tabel 3, viser klart, at der i de fleste cases er etableret en intern afdeling, der fokuserer på FM. Ansvar for drift og vedligehold samt ansvar for indeklima var udliciteret til et eksternt firma i tre cases. Ansvar for energi kun i to cases. Med hensyn til udliciteret drift og vedligehold var der altid udarbejdet en FM-aftale mellem ejer/lejer af bygningen og et eksternt FM-firma. Aftalen var udarbejdet af ejeren/lejeren. I førnævnte tilfælde var det også et eksternt FM-firma der havde ansvar for indeklima i bygningerne.

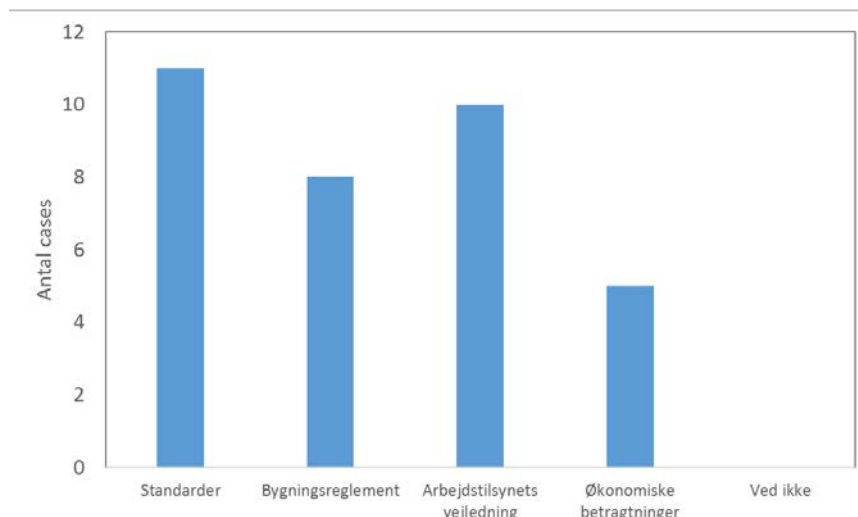
Tabel 3 Fordeling af ansvar for FM-områder, tal indikerer antal cases

Ansvar for drift/vedligehold			Ansvar for energy			Ansvar for indeklima		
FM / driftsafdeling		20	FM / driftsafdeling		17	FM / driftsafdeling		18
Ekstern FM firma		3	Ejer		2	Ejer		1
Andet		0	Udlejer		1	Udlejer		0
			Ekstern FM firma		2	Ekstern FM firma		3
			Andet		1	Andet		0

Bemanding af egen driftsafdeling varierede mellem casene; de fleste havde mellem 2 og 5 (6 cases) eller mere end 5 (også 6 cases) administrative medarbejdere. Som forventet var der håndværkere/teknikere i FM-afdelingen i alle casene. I 8 af dem havde afdelingen mellem 2 og 5 håndværkere, og i 10 cases var der flere end 5 håndværkere. Det er vigtigt at nævne, at der også kan være øvrige medarbejdere i driftsafdelingerne, for eksempel ufaglærte ”forvaltere”, der laver mange lavpraktiske opgaver i den daglige drift (tjekker skralderum, kontrollerer låse, porte, osv.). Det er også vigtigt at nævne, at ikke alle håndværkere arbejder direkte på opgaver relaterede til indeklimatekst. Dette detaljeniveau var dog uden for undersøgelsens fokus.

## Driftsstrategier

Strategi er et vigtigt værktøj for at sikre kontinuitet og konsekvens. For hver case i undersøgelsen blev det analyseret, om driftspersonalet kender til de strategier, deres organisation har vedtaget vedrørende drift, vedligehold, indeklimatekst og energi. Spørgsmålet ”findes der en strategi til...” ledte til et positivt svar i de fleste tilfælde (19 positive svar for drift og vedligeholdsstrategi, 17 for indeklimatekststrategi og 18 vedrørende energi). Dette er et ret positivt resultat, men går man dybere ind i emnet i løbet af samtalerne, viser det sig, at mange respondenter forstår ”strategi” mere som et udtryk for at de ”har en idé om, hvordan driften skal varetages” end som et nedskrevet dokument. For drifts- og vedligeholdsstrategi kunne respondenterne kun i 5 cases sige, at strategien var på papir. De fleste nævnte service- og vedligeholdsaftaler, servicekalendere eller driftsrelateret materiale der ”kom når huset var bygget”. Situationen var værre i tilfælde af indeklimatekststrategi. Seks cases nævner, at der er eller i hvert faldt var en sådan strategi i deres organisation. Resten mener at der ”er noget”, men at det ikke er skrevet i et specifikt dokument. For eksempel: -Spørgsmål: ”Findes der en indeklimatekststrategi? Er der en præcis strategi til indeklimatekst?” og svar: ”Ja, men den er ikke beskrevet. Vi er nok der at vi får noget nedskrevet efter et år eller to. Vi er enige omkring hvad vi gerne vil inden for indeklimateksten. Det er sådan noget som forenkling altså at sørge for at vi har et CTS-anlæg, registreringer og målinger som vi bruger meget tid på at snakke om PPM-målinger, temperaturmålinger, så vi kan følge vores indeklimatekstenforhold.”

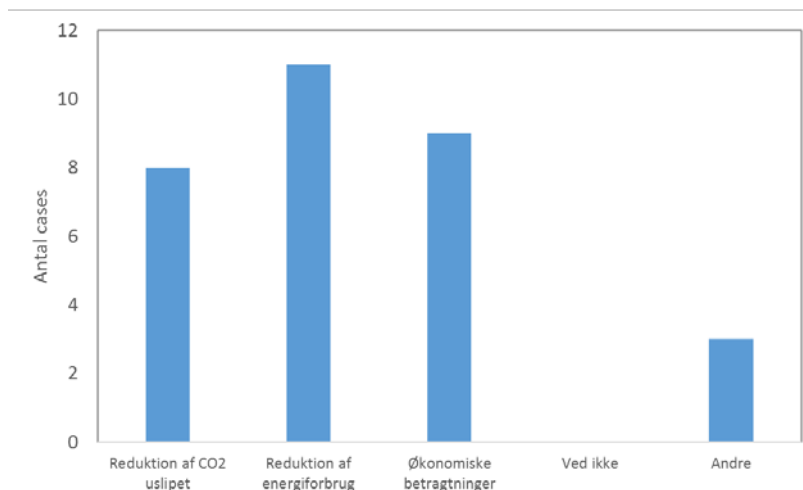


*Figur 7 Grundlag for indeklimatestrategien*

Indeklimastrategi kan være baseret på forskellige grundlag. Figur 7 giver overblik over respondenternes svar vedrørende de grundlag, der er brugt for indeklimatestrategier i deres organisationer. De fleste nævner, at deres strategier er baseret på nuværende standarder, arbejdstilsynets vejledning og bygningsreglement. Disse svar viser, at driftspersonalet er generelt bevidst om, at der findes lovgivning og krav der definerer indeklima og giver retningslinjer for drift. Trods det at standarder blev nævnt mest, det var klar fra samtalerne, at arbejdstilsynets vejledning og krav har en stor betydning i driftspersonalets hverdag. Det er fordi de fleste organisationer skal lave så kaldte arbejdsplads vurderinger - APV i jævnt mellemrum. Disse arbejdspladsvurderinger inkluderer flere emner end indeklima, men hvis der opstår problemer med indeklimaet, bliver disse, via APV, signaleret direkte til arbejdsmiljøudvalg i organisationen og som følger heraf til Arbejdstilsynet. Dette danner et effektivt pres på driftspersonalet, fordi deres hovedmål er, selvfølgelig, at minimere klager fra brugere og have "alt i orden" med hensyn til arbejdsmiljøet. Det er interessant at nævne, at ikke alle respondenter var opmærksomme på en forskel mellem krav fra Arbejdstilsynet og bygningsreglement, for eksempel med hensyn til termisk komfort.

Flertal af respondenterne (18 personer) oplyste, at der findes en "energistrategi", kun fire respondenter svarede, at der ikke findes sådan strategi og en viste ikke, eller var ikke sikker. Figur 8 viser, hvilke grundlag der bruges til energistrategi. De fleste nævner reduktion af energiforbrug. Økonomiske betragtninger og reduktion af CO<sub>2</sub>-udslippet følger.



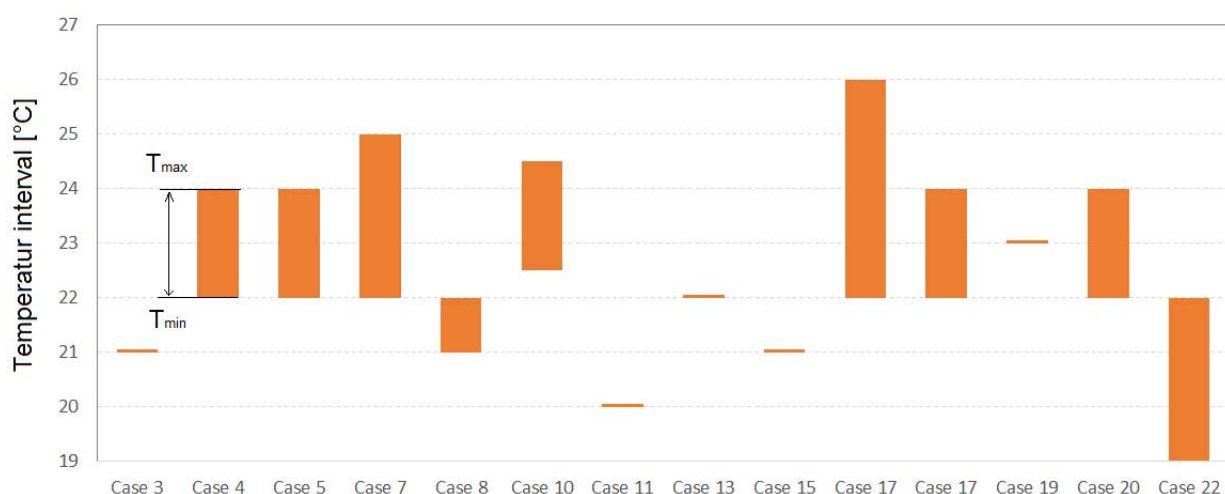


*Figur 8 Grundlag for energistrategi*

15 respondenter nævner, at der findes en målsætning for at nedbringe energiforbruget. Målsætninger er tit defineret som reduktion per år i antal procent af energiforbrug. Der var to cases, hvor målsætningen var defineret som reduktion af CO<sub>2</sub>-emission per år. I 17 cases oplyser respondenterne, at der bruges energistyring. Det mest brugte værktøj til energistyring var Min Energi (brugt i 6 cases).

## Krav til og styring af indeklima

Yderlige spørgsmål undersøgte detaljer relaterede til indeklimakrav, der bruges i de forskellige cases. Undersøgelsen fokuserede på krav, der bruges i den daglige drift til at vurdere termisk indeklima, træk, luftkvalitet og lys/belysning. Med vilje spurgte vi først om krav, dvs. grænser der bruges til fornævnte indeklimaparametre, og efterfølgerne om set-punkter. Mens krav repræsenterer grundlaget for evaluering af indeklimaforhold, står set-punkter for konkrete indstillinger, der bruges i diverse anlæg – opvarmning, ventilation og køling. Figur 9 opsummerer temperaturkrav fra 14 cases. Figuren viser det interval, rumtemperaturen er tilladt at bevæge sig i. Det er tydeligt, at i fleste cases bruges temperaturinterval omkring 2 °C mellem 22 og 24 °C. Det er kun i case 17 hvor det er tilladt, at temperaturen stiger op til 26 °C, som er den anbefalede maksimumstemperatur i DS 474 (Dansk Standard 1993). Maksimumstemperatur tilladt i Arbejdstilsynets vejledning er 25 °C, og det er repræsenteret i maksimumstemperaturgrænserne for de fleste cases. Undersøgelsen viste, at de fleste faktisk holder sig 1 °C under grænsen for at blive på ”den sikre side”. Der er 5 cases, hvor driftspersonalet ikke nævner temperaturinterval, men kun et bestemt temperaturniveau. Det var synligt fra samtalerne, driftspersonalet i disse tilfælde fejltolkede krav til temperatur med temperatur-set-punkt. Det var ikke klart fra de opsamlede data, om dette kun var et bestemt persons misforståelse, eller om det stammede fra ”indeklimastrategien” defineret i organisationen.



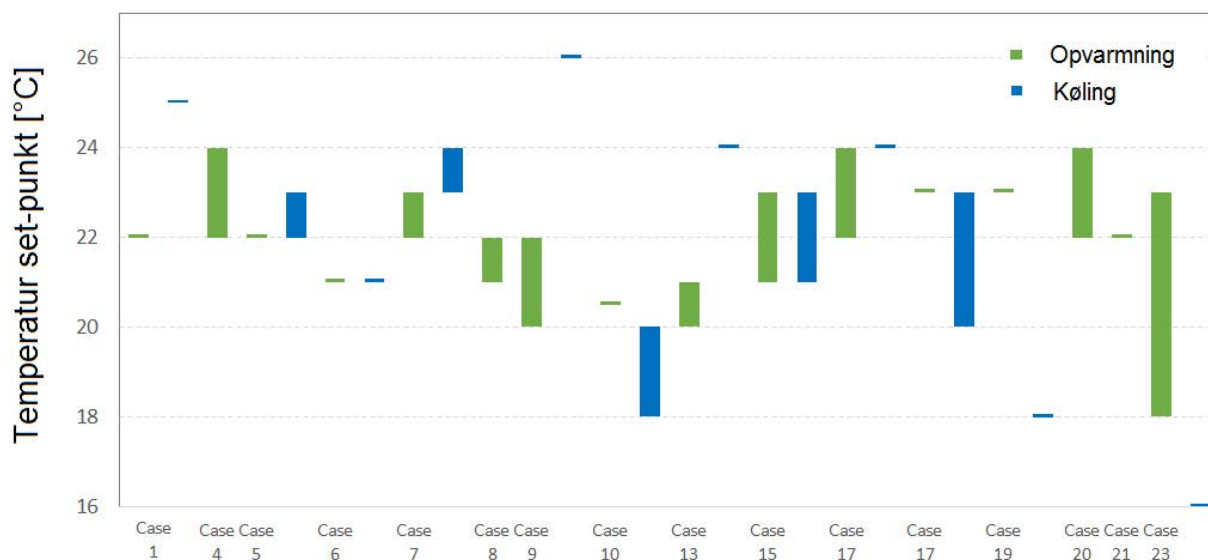
*Figur 9 Krav til rumtemperatur, søljer indikerer et temperaturinterval*

Det næste interessante resultat var, at driftspersonalet i kun tre cases nævnte tolerancekrav til overskridelse af temperaturgrænser, som er en vigtig parameter i evaluering af indeklimate. Specielt på den varme side af det tilladte rumtemperaturinterval har de fleste bygninger problemer med at overholde krav på grund af manglende solafskærmning eller køling i bygningen.

Bygningsreglementet henviser i dette tilfælde direkte til DS 474 (Dansk Standard 1993), der tillader maksimum 100 timer om året med temperatur  $> 26^{\circ}\text{C}$  og maksimum 25 timer med temperatur  $> 27^{\circ}\text{C}$ , mens Arbejdstilsynet ikke giver nogen præcis vejledning (temperatur skal generelt ikke overskride  $25^{\circ}\text{C}$ ). De fleste af respondenterne nævnte ikke disse anbefalinger. Figur 10 viser respondenternes svar på et spørgsmål vedrørende temperatur-set-punkter. Sammenligning af Figurer Figur 9 og Figur 10 viser førnævnte misfortolkning af temperaturkrav og temperatur-set-punkt i fuld skala. Data for de cases, hvor driftspersonalet oplyste både temperaturkrav og set-punkter til opvarmning og køling, viser, at der ikke findes nogen case der har temperaturintervallet som krav og bestemte værdier som set-punkter. I tilfælde af Case 15 nævnes temperaturkrav  $21^{\circ}\text{C}$  og temperatur set-punkter i temperatur interval  $21^{\circ}\text{C} - 23^{\circ}\text{C}$ . I Case 17, to samtaler med to driftspersoner, resulterede i to meget forskellige informationer. Den første person var FM-manager og oplyste et temperaturinterval  $22-26^{\circ}\text{C}$ , opvarmningsset-punkt i interval mellem 22 og  $24^{\circ}\text{C}$  og køleset-punkt  $24^{\circ}\text{C}$ . Den anden respondent var tilsynsførende servicemedarbejder, som oplyste krav  $22-26^{\circ}\text{C}$ , opvarmningsset-punkt af  $23^{\circ}\text{C}$  og interval for køleset-punkt  $20-23^{\circ}\text{C}$ . Sidstnævnte værdier for køleset-punkt er ret lave og der var flere respondenter, der oplyste meget lave temperaturer i forbindelse med køleset-punktet. Forklaringen er endnu en fejlfortolkning, hvor indblæsningstemperaturen forveksles med køle-set-punkt i opholdszonen. Årsagen til misforståelsen kunne være, at i nogle anlæg/CTS-systemer arbejdes med indblæsningstemperatur i stedet for rumtemperatur, og teknikere er vant til at justere på indblæsningstemperaturen.

Disse resultater skal ikke tolkes meget rigoristisk, og de kan heller ikke generaliseres til alle danske kontorbygninger. Men de indikerer dog, at forskellen mellem temperaturkrav og en set-punkt-værdi er ikke fuldstændig klar blandt driftspersonalet. Med hensyn til Case 17 skal det også nævnes, at begge respondenter svarede, at der eksisterer en indeklimatestrategi.

Det skal yderligere nævnes, at temperatur-set-punkt i flere cases, ikke var direkte bestemt af driftspersonalet, fordi brugere kunne justere termostatventiler på radiatorerne i de enkelte rum. Som en respondent siger: *”Det er individuelt i termostaterne. Folk vil typisk have 22 °C. Hvis der er andet de vil have, så kan folk selv stille det. De får den temperatur de ønsker.”*



Figur 10 Rumtemperatur-set-punkter, søjler indikerer temperaturinterval

Vedrørende luftkvalitet fulgte svarene lignende tendens. 11 respondenter nævnte intervaller eller grænseværdier i CO<sub>2</sub>-koncentration, hyppigst mellem 800 og 1000 ppm. Tre respondenter oplyste direkte luftskifte-ventilationsrate per time som krav. Igen var der forveksling mellem krav og et set-punkt, der bruges i ventilationsanlægget. Kun i tre af casene nævnte driftspersonalet krav til lufthastighed, nemlig 0,2 m/s, to gange < 0,15 m/s og 0,4 m/s. anbefalede grænseværdier ifølge DS 447 (Dansk Standard 2013) er 0,15 m/s ved opvarmning og 0,22 m/s ved mekanisk køling. Ingen af respondenter nævnte såkaldt Draught Rate (DR) eller sammenhæng mellem turbulensintensitet og følelse af træk, der omtales i DS 474 (Dansk Standard 1993), der citeres direkte i Bygningsreglementet. Arbejdstilsynet anbefaler lufthastigheder mindre end 0,15 m/s for at undgå træk.

Tabellerne Tabel 4 og Tabel 5 præsenterer resultater vedrørende indstilling af set-punkter i CTS-anlæg og hyppighed af deres kontrol samt med styring af rumtemperatur og solafskærmning. I de fleste cases indstilles eller beregnes set-punkter automatisk igennem CTS-anlægget. Svarene vedrørende kontrol er mere udbredte. Ni respondenter oplyste, at dette sker uregelmæssigt efter behov. Styring af rumtemperatur foregår rum- eller zonebaseret eller i en kombination af de to principper (inkluderet i svar ”other”-andet type af styring). Dette betyder, at der i de fleste bygninger er installeret temperaturføler i hvert rum eller termisk zone.

Tabel 4 Set-point-indstilling og kontrol af CTS

Indstilling af setpunkter		Hvor ofte kontrolleres/justeres CTS	
Manuelt	 6	En gang om ugen	 3
Efter tidsplan	 1	Hver måned	 2
Automatisk (igennem CTS)	 16	Tre gange om året (ved sæsonsift)	0
Ved ikke	 0	Uregelmæssig/ efter behov	 9
Ingen svar	 1	Ved ikke	0
		Other	 4
		Ingen svar	 3

Tabel 5 Styring af rumtemperatur og solafskærmning

Styring af rumtemperatur		Styring af solafskærmning	
Rum baseret	 10	Manuelt	 3
Zone baseret	 6	Automatisk	 2
Centralt via luft afkast	 1	Automatisk med manual override	 14
Efter et reference-rum	 0	Solafskærmning er fast monteret	0
Ved ikke	 0	Ingen solafskærmning installeret	 1
Other	 7	Ved ikke	0
Ingen svar	 0	Other	 3
		Ingen svar	0

Dette indikerer et ret stort potentiale med hensyn til indeklimatelevovervågning, fordi de fleste CTS-anlæg tilbyder en mulighed for at gemme målte værdier fra rumfølere. Opsamlede data kunne efterfølgende bruges til evaluering af det termiske indeklima. Dette afspejler dog kun data fra ”repræsentative” steder i bygningen og tager ikke hensyn til kritiske steder i opholdszonen, fordi rumfølere generelt placeres i afstand fra facaden og i skygge fra direkte sollys. Solafskærmning er i de fleste tilfælde styret automatisk, men brugere har mulighed at overtage kontrollen manuelt. Generelt giver solafskærmningen mange driftsrelaterede problemer. Flere respondenter nævnte problemer med styringsalgoritmer, der resulterer i en hyppig bevægelse af solafskærmningsskærme, som brugerne opfatter som meget forstyrrende. Yderligere kommer der problemer med blokeret udsyn i løbet af solrige dage og defekter på både manuel og automatisk styring. Følgende citat illustrerer førnævnte udfordringer med solafskærmningen: ”På de oprindelige bygninger, har man sådan nogle (udvendige persiener) hvor man drejer, det fungerer godt de er holdbare og folk kan selv stille på dem. På de nye bygninger er det en blanding. .... Der har vi et rent glashus, der blev bygget for 6 år siden. Der er nogen skørter, man kører automatisk og det er et italiensk system, der ikke rigtigt fungerer så vi lader det stå hele sommeren. Så siger folk at der ikke kommer noget lys ind, men hvis vi kører det væk så bliver det for varmt. Så må man vælge.”

## Uddannelse vedrørende indeklima og CTS

Kortlægning af driftspersonalets uddannelse eller efteruddannelse relateret til indeklima og CTS-systemer var en af de vigtigste dele af undersøgelsen. Driftspersonalet blev spurgt, om de eller deres medarbejdere deltog i kurser, seminarer og workshops fokuseret på indeklimatelev eller CTS-styring, programmering osv. Resultaterne i Tabel 6 viser, at i alt 16 respondenter svarede, at de



deltog i indeklimarelateret uddannelse, til det samme spørgsmål svarede 12 respondenter omvendt nej. I modsætning til dette svarede 23 respondenter, at de deltog i kurser/seminarer relaterede til CTS. Resultaterne indikerer, at der i praksis lægges mere vægt på brugen af CTS. Dette er også forståeligt, fordi driftspersonalet i deres hverdag skal løse mange rent tekniske problemer, hvor kendskab til CTS-opsætning og -programmering repræsenterer en vital kompetence.

*Tabel 6 Deltagelse af driftspersonalet i undervisning relateret til indeklima og CTS*

Indeklimauddannelse		CTS-uddannelse	
JA	16	JA	23
NEJ	12	NEJ	4
VED IKKE	0	VED IKKE	0
Ikke oplyst	3	Ikke oplyst	4

Tabel 7 viser, at en stor del af respondenterne ikke oplyste, hvem der arrangerede den uddannelse, de deltog i. I tilfælde af indeklimauddannelsen var arrangørerne jævnt fordelt mellem internt organiseret undervisning og eksternt organiseret undervisning leveret af offentlige myndigheder eller private virksomheder. CTS-undervisning var i modsætning oftest leveret af private virksomheder. Dette er et forventet resultat, fordi mange producenter af CTS-anlæg organiserer kurser og workshops for deres kunder. Disse kurser fokuserer direkte på grundlæggende brug af CTS-værktøjer og, i avancerede udgaver, på programmering af disse. På denne måde får driftspersonalet meget viden om "hvordan" (brug af CTS) men mindre viden om "hvad" (forskellige indeklimaparametre, komfort-modeller, komfortgrænser, osv.).

*Tabel 7 Overblik over arrangører af indeklima og CTS-uddannelse*

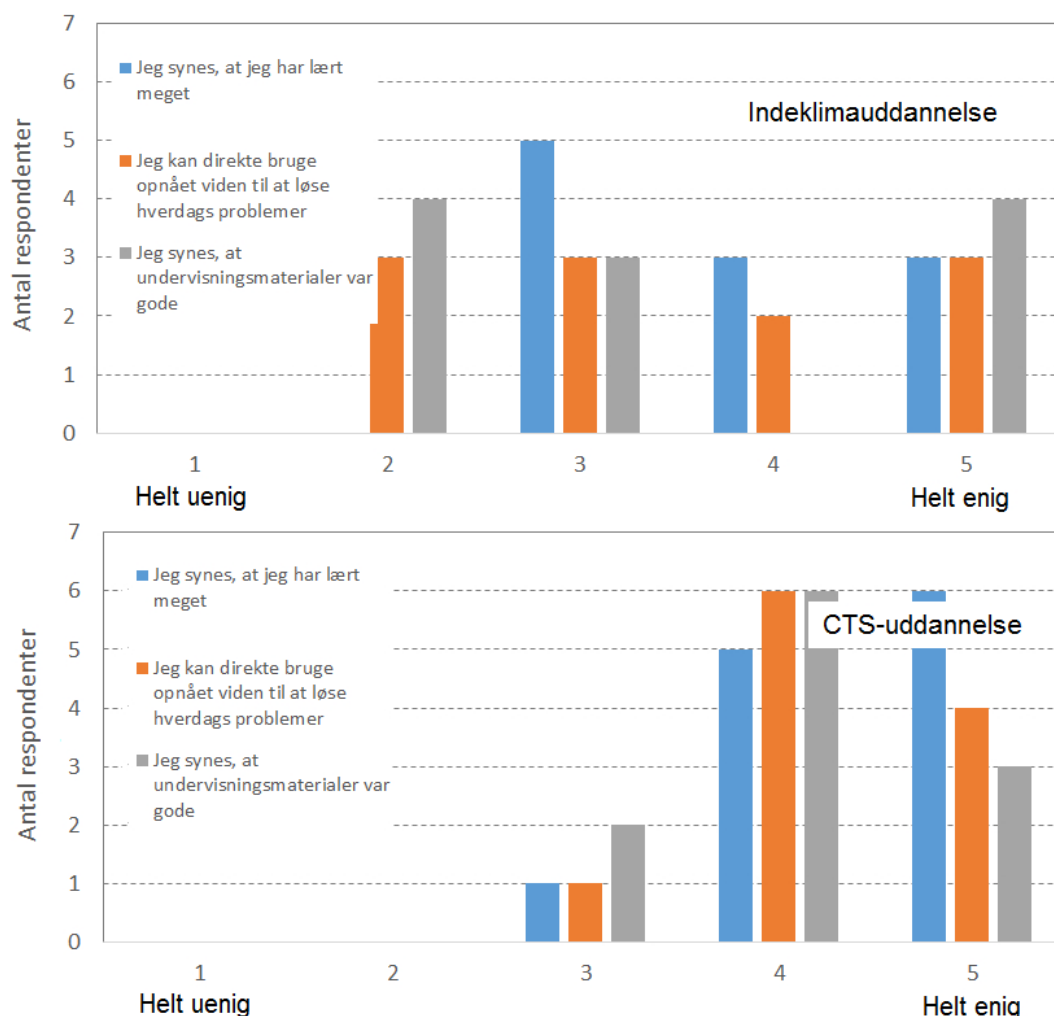
Arrangør	Indeklima	CTS
Internt arrangement (FM/ drift afdeling)	4	4
Eksternt arrangement organiseret af en offentlig myndighed	4	2
Eksternt arrangement organiseret af en privat virksomhed	5	11
Andet	1	4
Ikke oplyst	17	10

Indholdet af kurser var analyseret i løbet af samtalerne. Indhold af indeklimauddannelsen var i de fleste tilfælde beskrevet som "generelt om indeklima", "ventilationsprincipper og komfortzoner", "indeklima og arbejdsmiljø" eller "komfort, energi og standarder". CTS-uddannelsen fokuserede mest på "opsætning, indstillingsværdier og programmering", "visuelt design, betjening af brugerfladen" og "generel forståelse af CTS".

Respondenterne blev også bedt om at evaluere den uddannelse, de deltog i. Respondenterne skulle indikere, hvor meget de var enige med tre udtalelser, der blev præsenteret for dem:

- "Jeg synes, at jeg har lært meget."
- "Jeg kan direkte bruge opnået viden til at løse hverdagsproblemer."
- "Jeg synes, at undervisningsmaterialer var gode."

Evaluering var separat for indeklima og CTS. Figur 11 viser resultaterne af evalueringen. Figuren præsenterer antal respondenter, der indikerede deres svar på en skala fra 1 (helt uenig med udtalelsen) til 5 (helt enig med udtalelsen).



*Figur 11 Evaluering af uddannelses/efteruddannelses kvalitet*

Figur 11 viser, at respondenterne klart evaluerer CTS-uddannelse som mere brugbar end indeklima-uddannelse. Herudover var undervisningsmaterialer relaterede til CTS også vurderet som bedre. Flere respondenter fortalte, at de var ikke begejstrede over indhold og kvalitet af indeklimate relaterede kurser. En årsag til denne utilfredshed kan være, at undervisningen var mere teoretisk orienteret og det var svært for respondenter at se en direkte forbindelse til deres daglige arbejde. Denne forbindelse var klart til stede i tilfælde af CTS-uddannelsen.

## Inddragelse af ledelse og kommunikation

Kommunikation på tværs i organisationen er afgørende for at opnå en effektiv drift. Inddragelse af organisationens ledelse er stærkt relateret til kommunikation om indeklimate problemer, udfordringer samt løbende evaluering af bygningens præstation. Det er ledelsen, der stiller krav til energiforbrug, og det er også ledelsen, der skal håndtere de arbejdsmiljørelaterede problemer, der kommer ud fra

APV-evalueringer, eller er indsendt til et arbejdsmiljøudvalg i deres organisation. Respondenterne i den nærværende undersøgelse blev spurgt om, hvordan deres ledelse involveres i både indeklima- og energirelateret drift. I 13 cases konstaterede respondenterne, at ledelsen var involveret i indeklimadrift. Direkte forbindelse mellem indeklimadrift og APV-vurderinger var en af de hyppigst nævnte involveringer. I andre tilfælde nævnes, at ledelsen har et stort fokus på indeklimaundersøgelse, der er foretaget hvert år. Tilsvarende blev det nævnt, at arbejdsmiljøet havde højt prioritet på direktionniveau. To respondenter nævner, at ledelsen er involveret på den måde, at den råder over finansielle ressourcer. Som en respondent svarede: *"De beslutter hvordan og hvor penge skal bruges."* Kommunikationskanaler vedrørende indeklima inkluderer mundtlig kommunikation, beskeder på organisationens intranet og også mere officiel rapportering til arbejdsmiljøudvalget i organisationen, der rapporterer videre til ledelsen. Men resultater peger på, at regelmæssigt rapportering vedrørende indeklimaet er ikke noget, der bruges meget i praksis. I bygninger, der er lejet ud til store internationale virksomheder, foregår der FM-relateret rapportering på regelmæssigt basis, der inkluderer indeklima, fordi dette er aftalt i lejekontrakten. Involvering og kommunikation om energiforbrug sker i næsten alle cases (18). Resultaterne indikerer, at rapportering om energi er mere regelmæssig. Mange virksomheder og offentlige institutioner producerer årsrapporter, hvor der rapporteres om energiforbrug og "det grønne regnskab". I modsætning er det sjældent, at der rapporteres om indeklima og arbejdsmiljø. Som nævnt tidligere foregår der meget mere regelmæssig rapportering i bygninger, hvor lejere er større virksomheder.

## 2.6. Generel diskussion

"Frederiksberg-undersøgelsen" giver overblik over driftspersonalets kompetencer, daglig praksis og udfordringer relaterede til indeklima og energi i 23 cases. I de fleste af casene var respondenterne ansvarlige for flere bygninger. Disse bygningsporteføljer var meget heterogene, hvilket bidrager yderligere til kompleksitetsniveauet i et allerede meget bredt område af Facility Management, drift og veligehold. Driftspersonalet på lavere niveau - servicemedarbejdere og tilsynsførende servicemedarbejder - skal i virkeligheden være "altmuligmænd", der endvidere arbejder under stort pres. Alt skal bare fungere. Det sker tit, at selv om de ikke kender løsningen eller ikke har erfaring med en opstået teknisk fejl, problem eller lignende, skal de alligevel "finde ud af det". Bygningen skal køre, der skal ikke være klager. Hvis det er sådan, gør de deres job rigtigt. Dette indtryk fik vi ud fra samtaler, diskussioner og undersøgelser foretaget i løbet af projektet. Mange af respondenter er bevidste om, at det vil være bedre, hvis de bruger tid på opgaver, der forbedrer indeklima og bygningens præstation i længere tidsperspektiv, men de mangler tid og viden til at foretage sådanne tiltag. Projektet fokuserede ikke på ledelsesopgaver i Facility Management, og kan derfor ikke svare på, hvordan der kan frigives mere til optimeringsopgaver hos driftspersonalet. Vi kan konstatere, at driftspersonalet ofte mangler metoder/værktøjer til enkel men effektiv analyse af indeklima. I de fleste cases har driftspersonalet adgang til energistyringsværktøjer, hvilket ikke altid betyder, at disse værktøjer bliver brugt, men kendskab til metoder for analyse og fortolkning af resultater vedrørende indeklima er meget begrænset. Behov for mere viden på dette område bekræfter også respondenternes egne udtalelser om manglende viden. Selv om de generelt vurderer deres

nuværende kompetencer som tilstrækkelige, efterspørger de mere viden om indeklima og CTS. Dette skal klart reflekteres i forberedelse af ny uddannelse til driftspersonalet.

Med hensyn til tidligere nævnte ”ingen klager- tilgang skal det dog nævnes, at der også altid findes den tekniske side af driftspersonalets job. Fred for klager kan ikke være undskyldning for at lade ventilationsanlægget køle, samtidig med at radiatorerne varmer. Komplexiteten ligger i kombinationen af overvågning, analysering og optimering af de tekniske systemer med overvågning, analysering og optimering af indeklima.

Over halvdelen (52 %) af respondenterne svarede, at de deltog i nogen form for efteruddannelse vedrørende indeklima. Dette er faktisk lidt overraskende i relation til tidligere nævnte resultater, og man kan spekulere på, om uddannelsen havde den rigtige indhold og form. Det ser ud fra resultaterne ud til, at respondenterne mangler værktøjer/metoder til at bringe viden fra indeklimarelateret kurser til praksis. Resultaterne viser også, at 74 % af respondenter deltog i undervisning vedrørende CTS. CTS-uddannelsen var evalueret som mere brugbar og læringsmaterialerne som bedre. Nogle respondenter udtrykte deres skuffelse over indhold og kvalitet af indeklimarelateret uddannelse. Problemet behøver ikke nødvendigvis ligge direkte i kursernes indhold. Utilfredsheden kan stamme fra manglende forbindelse mellem indeklimateori og respondenternes daglige praksis. Derfor skal fremtidige pensum indeholde gennemtænkt kobling mellem viden om CTS og praktisk orienteret kendskab til indeklima.

Resultater fra undersøgelsen afslører, at selvom respondenterne fortæller, at indeklimakrav fastsættes efter gældende standarder, Bygningsreglement og Arbejdstilsynets vejledning, indstilles temperaturen, luftmængden eller lux-niveauet i sidste ende efter brugerens tilfredshed. Brugeren er derfor den, der bestemmer. Dette er direkte relateret til det overordnede mål at mindske antal af klager. Som en af respondenterne sagde: *”Så har vi tilpasset efter folks behov. Hvornår er folk glade, hvornår er de utilfredse. Vi tilpasser en del individuelt, hvilket kan være farligt. Hvis der er en zone og der sidder nogle mennesker der, som synes det er for varmt, så kan jeg godt gå ind i den zone og sige så sætter vi sætpunktet lidt længere ned lige der.”* Der er generelt ingen fejl i sådan en tilgang, men de data, vi opsamlede i undersøgelsen, signalerer, at der mangler en veldefineret driftstrategi relateret til indeklima. Indeklimastrategi er i respondenternes øjne noget abstrakt, en opsamling af ”alle de regler, jeg har hørt om”. I de fleste cases findes der ikke et konkret dokument der beskriver virksomhedernes strategi vedrørende indeklima. Situationen er bedre, når drift udliciteres til et eksternt FM-firma. I disse tilfælde indgår en bestemt form for strategi i de serviceaftaler, der laves. Det er interessant, at det kun var strategi relateret til indeklima eller vedligehold, der blev nævnt i dette sammengang, men ikke strategi i forhold til energiforbrug. Det er vigtigt at nævne, at den nuværende lovgivning definerer krav til energirigtigt byggeri, men ikke direkte til energirigtig drift. Nogle af nuværende standarder kunne bruges som et godt grundlag til indeklimastrategiens udvikling, for eksempel DS 3033 - Frivillig klassificering af indeklimaets kvalitet i boliger, skoler, daginstitutioner og kontorer (Dansk Standard 2011). Resultaterne af vores undersøgelse peger på, at udvikling af en indeklimastrategi burde være inkluderet i uddannelse, kurser og seminarer målrettet driftspersonalet.



I lidt over halvdelen af vores cases var ledelsen på en eller andet måde involveret i indeklimadrift. Man kan diskutere om ”halvdelen” er meget eller lidt. I den anden halvdel, uden ledelsesinvolvering, mente respondenterne at ”*de griber ind, når der opstår problemer*”. Dårligt indeklima har konsekvenser for menneskes komfort, helbred og produktivitet. Derfor vurderer vi, at ledelsen ikke bør underprioritere indeklimadrift. Manglende interesse er et klart tegn på underprioritering. Det er værd at nævne, at en direkte forbindelse mellem indeklima drift og APV-vurderinger er en af de hyppigst nævnte involveringer. Det vil være interessant at undersøge i fremtiden, hvordan data fra APV-spørgeskemaerne kan bruges mere effektivt til forbedring af indeklima. Involvering af ledelse kræver dog, at der findes effektive kommunikationskanaler gennem organisationen. Respondenterne i vores undersøgelse nævnte et bredt udvalg af forskellige muligheder, men vi kunne ikke identificere bestemte tendenser mod et konkret forretrækket kommunikationsværktøj (for eksempel internetbaseret informationssystem integreret med virksomhedens intranet). Hele kommunikationen og måske mere præcist kommunikationsrutiner mellem driftspersonalet og ledelsen spiller en vigtig rolle i forebyggelse af uønskede omkostninger. Anekdotisk sagt kan alle i bygningen informere ledelsen om, at taget blev utæt, fordi det drypper ned fra loftet, men hvis der er risiko for 5 % højere sygefravær pga. træk og 2 % underpræstation pga. høj rumtemperatur, sammenholdt med udgifter på 0,5 mio. fordi ventilationen kører om natten, så skal nogen andre end de almindelige brugere slå alarm og kræve ressourcer for at løse problemet. Derfor er det helt afgørende, at driftspersonalet kan synliggøre evt. problemer med indeklima eller energiforbrug for ledelsen.

## 2.7. Forslag vedrørende uddannelse

Som nævnt i diskussionen ligger behovet for opdatering af driftspersonalets uddannelse i en stærkere kobling mellem viden og færdigheder vedrørende CTS-anlæg og viden om indeklima, dets betydning for brugernes komfort og arbejdspræstation samt praktisk orienterede færdigheder om indeklimamålinger og -analyse. Baseret på resultater fra undersøgelsen præsenteret i denne rapport foreslår vi et koncept af kombineret CTS- og indeklimaundervisning. Figur 12 giver et grafisk overblik over konceptet. Vores resultater peger på, at i den nuværende situation undervises begge emner separat. Vores koncept tilføjer koblingspunkter, der muliggør at viden opnået om CTS kan afprøves direkte i forbindelse med indeklima og omvendt.

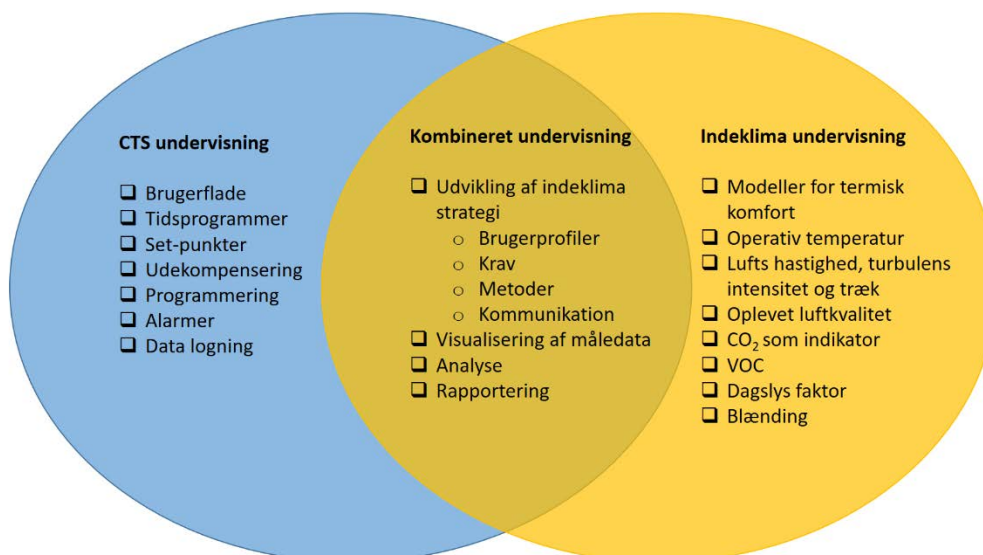
Disse elementer adresserer også andre behov, som undersøgelsen identificerede. Nemlig en mangel på en driftsstrategi, der fokuserer på indeklima, samt manglende analytiske værktøjer/metoder. Detaljer om specifikation af indeklimakrav, indeklimastrategi og eksempler på simple metoder til visualisering af indeklimarelaterede data findes i **Endrin FM-Lærebog for Maskinmester og Ingeniør studerende**, der er udarbejdet som del af nuværende projekt.

Yderligere vil vi nævne et andet vigtigt element, som skal til for at ændre den nuværende lave prioritering af bygningsdrift fra ledelsen/bygningsejers side (observeret i knap halvdelen af cases). Driftspersonalet, dog på det højere niveau i FM-strukturen (funktions- eller projektleder), bør have kendskab og færdigheder til at kunne synliggøre og hvis muligt også kapitalisere værdien af en god drift.

Det omfatter følgende:

- Indeklima - arbejdspræstation, sygefravær, sundhedsrelaterede effekter (skimmel mv.).
- Investeringspleje (asset management)- fastholde bygningens værdi og funktionalitet.
- Energiforbrug - unødige energiudgifter, projekter der sænker energiforbrug.
- Driftsforbrug – skabe overblik og danne grundlag til optimering ved brug af værktøjer nævnt i Figur 12.
- Have kendskab af lovstof på området.

Herved kan den driftsansvarlige iscenesætte værdien af det arbejde, der skal udføres, og få ressourcer samt økonomi til at udføre det. Vi ved, at den driftsansvarlige kan ikke være ekspert i alle førnævnte punkter. Mange opgaver skal nok outsources til eksterne konsulentfirmaer og specialister (for eksempel risikovurdering vedrørende skimmelsvampvækst, kemisk forurening, m.m.). Driftspersonalets primære rolle skal være at åbne ledelsens/bygningejernes øjne. Kun dette kan igangsætte nødvendige handlinger.



Figur 12 Kombineret pensum i undervisning af driftspersonalet

Detaljeret forberedelse af undervisningsstruktur og materialer er udenfor projektets omfang, men samtaler med driftspersonalet indikerer, at det vil være til stor gavn for dem, hvis undervisningen arrangeres i de bygninger, de har ansvar for. Dette vil forstærke opfattelsen af anvendelighed og muliggøre hurtig applikation af den opnåede viden i praksis.

## 2.8. Konklusioner

Med sine 23 cases er undersøgelsen ikke repræsentativ for alle danske kontorbygninger. Man kan i stedet betragte den som isbjergets top, der viser forskellige tendenser.

De fleste interviewpersoner var uddannede maskinmestre, VVS-teknikere eller elektrikere, som er kompetente til at arbejde i bygningsdriftsområdet. De vurderer selv deres kompetencer som tilstrækkelige i forhold til deres nuværende arbejdsstilling.

Ifølge resultaterne havde driftspersonalet i de fleste cases en overordnet idé om krav til indeklimaet, mens der sjældent findes en veldefineret nedskrevet strategi, der kan bruges i dagligdrift.

Praksisorienteret viden om indeklima blev ofte nævnt som den manglede ekspertise, men afhængige af respondentens position i FM-strukturen blev der også efterspurgt kendskab til projektledelse, finanser eller andre emner, der ikke ikke relaterede sig til indeklima.

Med hensyn til kompetenceudvikling peger resultaterne på, at der i efteruddannelse af nuværende driftspersonale samt på Maskinmesterskolens og DTU's uddannelser bør indarbejdes viden om bygningsautomatik og styresystemer kombineret med viden om indeklima.

## 2.9. Referencer

- AT, 2018. Arbejdstilsynets vejledning om indeklima, Arbejdstilsynet, Landskronagade 33, København, Danmark, <https://arbejdstilsynet.dk/da/regler/indeklima> (besøgt: april 2018)
- BR15, 2017. Bygningsreglementet 01.07.2017 – 03.06.2018, Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, København, Danmark, <http://historisk.bygningsreglementet.dk/br15/0/42> (besøgt: april 2018)
- Dansk Standard, 1993. DS 474 - Norm for specifikation af termisk indeklima. ICS: 91.040.01. Dansk Standard, Danmark
- Dansk Standard, 2011. DS 3033 - Frivillig klassifikation af indeklimaet i boliger, skoler, daginstitutioner og kontorer. ICS: 91.040.01, Dansk Standard, Danmark
- Dansk Standard, 2013. DS 447 – Ventilation i bygninger – Mekaniske, naturlige og hybride ventilationssystemer. ICS: 91.140.30, Dansk Standard, Danmark
- Milton, D.K., Glencross, P.M., Walters, M.D. 2000. Risk of Sick Leave Associated with Outdoor Air Supply Rate, Humidification, and Occupant Complaints, Indoor Air — 2000, Volume 10, Issue 4, pp. 212-221
- Federspiel, C.C., Liu, G. Lahiff, M., et al. 2002. Worker performance and ventilation: analyses of individual data for call-centre workers. Proceedings of Indoor Air 2002, Vol. 1, pp. 796-801
- Railio, J., Hannula, M., Niemela, R., et al. 2002. The effect of air temperature on labour productivity in call centres - A case study, Energy and Buildings — 2002, Volume 34, Issue 8, pp. 759-764
- Woods, J.E. 1989. Cost avoidance and productivity in owning and operating buildings, Occupational Medicine-state of the Art Reviews, Volume 4, Issue 4, pp. 753-770
- Hansen, S.O. 2000. Economics vs. Indoor Climate – A basis for deciding appropriate measures and rational decision models in building administration, Appendix 2 in Bakke, J.V. (ed): “The Ergonomics of Indoor Climate: Providing decision support for intervention”, Workshop report, Research Council of Norway, Oslo, Norway, ISBN 82-12-01192-5

## **2.10. Bilag A – Interview formular**

# Energirigtig drift af indeklima i bygninger

\* Required



## Formular til registrering af samtaler med medarbejdere ansvarlige for energirigtig drift af indeklima

---

Danmarks Tekniske Universitet og Frederiksberg Forsyning undersøger sammenhængen mellem en energieffektiv drift af ønsket indeklima og de kompetencer, værktøjer og retningslinjer, det driftsansvarlige personale har. Undersøgelsen er en del af projekt EnDRIn finansieret af Dansk Energis forsknings- og udviklingsprogram ELFORSK ([www.elforsk.dk](http://www.elforsk.dk)). Vi vil meget gerne invitere dig/din virksomhed til at deltage i denne undersøgelse.

Vores hypotese er, at forbedring og fokus på kompetencer, værktøjer og retningslinjer vil have en positiv indflydelse på bygningens præstation med hensyn til indeklima, energiforbrug og driftsudgifter. Derfor er overordnede mål for undersøgelsen at karakterisere og kortlægge kompetencer, værktøjer og retningslinjer sammenholde dette med faktiske indeklima, drifts – og energiudgifter i mindst 10 bygninger på Frederiksberg.

Resultater fra undersøgelsen vil hjælpe os til at forstå hvilke udfordringer i hverdagen, driftspersonalet har, hvad angår indeklima, deres behov med hensyn til supplerende uddannelse/træning og de tekniske værktøjer.

Fremgangsmetoden er, at vi interviewer den/de medarbejdere der på forskellige niveauer er ansvarlige for indeklima, drift og vedligehold samt energistyring. Hvert interview varer cirka 30 minutter. Interviewpersonerne besvarer kun de spørgsmål, de ønsker/har mulighed for at besvare.

Derudover vil vi gerne undersøge indeklimaforholdene i virksomhedens bygning/bygninger. Det kan arrangeres på to måder: Registrerer bygningens CTS-anlæg indeklima-parametre som rumtemperatur, luftfugtighed eller kuldioxid-koncentration, ønsker vi at analysere data for det seneste år. Registreres indeklimaparametrene ikke, tilbyder vi at foretage indeklimamålinger med vores måleudstyr.

Opsamlede data fra virksomheden kan præsenteres i en specifik rapport og forskningsresultatet forelægges offentligheden i ELFORSK-rapporten.

Undersøgelsesmateriale behandles fortroligt - Interviewsvarene og måleresultaterne behandles fortroligt og bliver ikke delt med personer eller organisationer uden for projektet. Alle deltagende virksomheder anonymiseres i forbindelse med, at resultaterne offentliggøres.

Ved spørgsmål vedr. undersøgelsen kontakt venligst Jakub Kolarik på e-mail: [jakol@byg.dtu.dk](mailto:jakol@byg.dtu.dk), eller Jacob Harbo på e-mail: [jash@frb-forsyning.dk](mailto:jash@frb-forsyning.dk).

## Generelle data vedrørende samtalen



## Interviewer

---

1. Fornavn: \*

---

2. Efternavn: \*

---

3. E-mail: \*

---

## Samtalen foretaget

---

4. Dato og tidspunkt: \*

---

5. Bemærkninger

For eksempel at interview gentages fordi det mislykkedes at rette nogle fejl i den tidligere version, osv.

---

---

---

---

---

## VIRKSOMHED OG EJENDOME INTERVIEWPERSONEN HAR ANSVAR FOR

Kan udfyldes før interview finder sted, hvis oplysningerne er tilgængelige.

6. Virksomhedens navn: \*

---

7. Virksomheds type : \*

*Mark only one oval.*

☐

Administration/service

☐

Produktion/ udvikling

☐

Offentlig institution

☐

Facility management firma

☐

Other:

---

## 8. Virksomhedens adresse: \*

---

## Følgende spørgsmål bør stilles til interviewpersonen

---

## 9. Hvilke typer bygninger har du ansvar for/arbejder du med?

*Check all that apply.*

- ☐ Kontor
- ☐ Produktion/ udvikling
- ☐ Boliger
- ☐ Other: \_\_\_\_\_

## 10. Hvad er alder af de bygninger du arbejder med? \*

*Mark only one oval per row.*

	Ingen bygning i denne aldersgruppe	1 bygning	2 - 5 bygninger	5 - 15 bygninger	Flere end 15 bygninger
Byggeår før 1970	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Byggeår: 1970 - 1985	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Byggeår efter 1985	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## 11. Hvad er areal af de bygninger du arbejder med? \*

*Mark only one oval per row.*

	Ingen bygning i denne aldersgruppe	< 600 m2	600 - 10 000 m2	> 10 000 m2
Byggeår før 1970	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Byggeår: 1970 - 1985	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Byggeår efter 1985	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## 12. Hvor mange af bygningerne blev energirenoveret i sidste 10 år? \*

*Mark only one oval per row.*

	Ingen bygning i denne aldersgruppe	1 bygning	2 - 5 bygninger	5 - 15 bygninger	Flere end 15 bygninger
Byggeår før 1970	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Byggeår: 1970 - 1985	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Byggeår efter 1985	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## Beskriv venligst kort de tekniske faciliteter der findes i bygningerne

---

**13. Varmeanlæg:**

---

---

---

---

---

**14. Mekanisk ventilation:**

---

---

---

---

---

**15. Naturlig/hybrid ventilation:**

---

---

---

---

---

**16. Køling:**

---

---

---

---

---

**17. Ydeligere oplysninger/kommentarer:**

---

---

---

---

---

**DRIFT OG VEDLIGEHOLD (DV)/FACILITY MANAGEMENT (FM)**

**18. Findes der en strategi/plan for drift og vedligehold?***Mark only one oval.*

- ☐ JA
- ☐ NEJ
- ☐ VED IKKE

**19. Hvem har ansvar for drift og vedligehold/FM?***Mark only one oval.*

- ☐ Egen FM eller driftsafdeling *After the last question in this section, skip to question 21.*
- ☐ Udliciteret til ekstern FM-firma *After the last question in this section, skip to question 24.*
- ☐ Andet *After the last question in this section, skip to question 26.*
- ☐ Ved ikke / ikke klart *After the last question in this section, skip to question 27.*

**20. Bemærkninger mht. ansvar for FM**


---



---



---



---



---

**Drift og vedligehold organiseret internt****21. Hvad er den ansvarlige medarbejders jobtitel:***(for eksempel: økonomi chef)*


---

**22. Hvad er den ansvarlige medarbejders organisatorisk placering:***(for eksempel: økonomi afdeling)*


---

**23. Antal medarbejdere i DV/FM:***Mark only one oval per row.*

	ingen medarbejdere	1	2-5	> 5
Administrative	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Håndværkere	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Øvrige	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

*Skip to question 27.***DV/FM er udliciteret**

**24. Er der indået DV/FM-aftale?***Mark only one oval.*

- ☐ JA
- ☐ NEJ
- ☐ VED IKKE

**25. Hvis JA, hvem har udarbejdet DV/FM-aftalen?**

---

*Skip to question 27.***Andet fordeling af ansvar for DV/FM****26. Beskriv venligst hvordan er ansvar for DV/FM håndteret.**

---

---

---

---

---

*Skip to question 27.***INDEKLIMA****27. Hvem har ansvar for indeklima i de bygninger du arbejder med?***Mark only one oval.*

- ☐ FM / driftsafdeling
- ☐ Ejer
- ☐ Udlejer
- ☐ Ekstern FM firma
- ☐ Other: 

---

**28. Findes der en indeklima strategi?***Mark only one oval.*

- ☐ JA *Skip to question 29.*
- ☐ NEJ *Skip to question 33.*
- ☐ VED IKKE / IKKE KLART *Skip to question 33.*

**Der findes en indeklimastrategi**

**29. På hvilket grundlag er indeklimastrategien baseret?***Check all that apply.*

- ☐ Standarder
- ☐ Bygningsreglement
- ☐ Arbejdstilsynets vejledning
- ☐ Økonomiske betragtninger
- ☐ Ved ikke
- ☐ Other: \_\_\_\_\_

**30. Bemærkninger mht. indeklimastrategien**

---

---

---

---

---

**Hvem har udarbejdet indeklimastrategien?**

---

(for eksempel: økonomi chef i ledersesgruppen)

**31. Jobtitel:**

---

**32. Organisatorisk placering:**

---

**INDEKLIMA - forsat I****Hvilke indeklimakrav bruges?**

---

(skriv benligst grænseværdier/intervaller for indeklimaparametre som temperatur, luft fugtighed osv.)

**33. Temperatur (den termiske komfort):**

---

**34. Luftkvalitet (CO<sub>2</sub>, luftskifte, kemisk forurening):**

---

**35. Lys (dagslys, kunstig belysning):**

---



36. Træk/ lufthastighed:

---

## Hvilke set-punkter bruges?

---

37. Opvarmnings set-punkt [C°]:

---

38. Køling set-punkt [C°]:

---

39. Set-punkt mht. luftkvalitet  
(CO2/luftvolumenstrøm):

[ppm, m3/h eller L/s]

---

40. Hvordan indstilles set-punkterne?

*Mark only one oval.*

- ☐ Manuelt
- ☐ Efter tidsplan
- ☐ Automatisk (igennem CTS)
- ☐ VED IKKE

41. Ydeligere oplysninger om set-punkterne

---

---

---

---

---

42. Anvendes natsænkning?

*Mark only one oval.*

- ☐ JA
- ☐ NEJ
- ☐ VED IKKE

**43. Hvordan styres rumtemperatur?**

Hvis kombination af kontrol-strategier bruges, beskriv den i "OTHER"

*Mark only one oval.*

- ☐ Rum baseret
- ☐ Zone baseret
- ☐ Centralt via luft afkast
- ☐ Efter et reference-rum
- ☐ Ved ikke
- ☐ Other: \_\_\_\_\_

**44. Hvordan styres solafskærmning?**

Hvis kombination af kontrol-strategier bruges, beskriv den i "OTHER"

*Mark only one oval.*

- ☐ Manuelt
- ☐ Automatisk
- ☐ Automatisk med manual override
- ☐ Solafskærmningen er fast monteret
- ☐ Ingen solafskærmning installeret
- ☐ Ved ikke
- ☐ Other: \_\_\_\_\_

**45. Hvor ofte kontrolleres/justeres CTS indstillingerne?**

(set-punkter, tidsplaner osv.)

*Mark only one oval.*

- ☐ En gang om ugen
- ☐ Hver måned
- ☐ Tre gange om året (ved sæsonsift)
- ☐ Uregelmæssig/ efter behov
- ☐ Ved ikke
- ☐ Other: \_\_\_\_\_

**46. Hvilke indeklima problemer/udfordringer oplever du i din hverdag?**

---

---

---

---

---

**47. Har du selv kræfter, erfaringer, kompetencer til at løse de problemer**

---

---

---

---

---

**Uddannelse med fokus på indeklima****48. Har du eller driftspersonalet i din virksomhed været på et kursus/træning/workshop fokuseret på indeklima management?***Mark only one oval.*

- ☐ JA      *Skip to question 49.*
- ☐ NEJ      *Skip to question 55.*
- ☐ VED IKKE      *Skip to question 55.*

**Uddannelse med fokus på indeklima****49. Hvem arrangerede uddannelsen om indeklima?***Mark only one oval.*

- ☐ Internt arrangement (FM/ drift afdeling, teknisk/strategisk ledelse, økonomi afdeling, osv.)
- ☐ Eksternt arrangement organiseret af en offentlig myndighed
- ☐ Eksternt arrangement organiseret af en privat virksomhed
- ☐ Other: \_\_\_\_\_

**50. Beskriv venligst uddannelsens indhold/pensum?**

---

---

---

---

---

**51. Hvor mange dage varede uddannelsen/kurset?**

---

**Hvis du selv deltog i kurset/uddannelsen, hvor enig er du med følgende udtalelser?**

---

**52. Jeg synes, at jeg har lært meget***Mark only one oval.*

	1	2	3	4	5	
Helt uenig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Helt enig

**53. Jeg kan direkte bruge opnået viden til at løse hverdags problemer***Mark only one oval.*

	1	2	3	4	5	
Helt uenig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Helt enig

**54. Jeg synes, at undervisningsmaterialer var gode***Mark only one oval.*

	1	2	3	4	5	
Helt uenig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Helt enig

*Skip to question 55.*

## Uddannelse med fokus på CTS

**55. Har du eller driftspersonalet i din virksomhed været på et kursus/træning/workshop fokuseret på anvendelse af CTS anlæg?***Mark only one oval.*

- ☐ JA *Skip to question 56.*
- ☐ NEJ *Skip to question 62.*
- ☐ VED IKKE *Skip to question 62.*

## Uddannelse med fokus på CTS

**56. Hvem arrangerede uddannelsen?***Mark only one oval.*

- ☐ Internt arrangement (FM/ drift afdeling, teknisk/strategisk ledelse, økonomi afdeling, osv.)
- ☐ Eksternt arrangement organiseret af en offentlig myndighed
- ☐ Eksternt arrangement organiseret af en privat virksomhed
- ☐ Other: \_\_\_\_\_

**57. Beskriv venligst uddannelsen indhold/pensum?**

---

---

---

---

---

**58. Hvor mange dage varede uddannelsen/kurset?**

---

**Hvis du selv deltog i kurset/uddannelsen, hvor enig er du med følgende udtalelser?**

---

**59. Jeg synes, at jeg har lært meget***Mark only one oval.*

	1	2	3	4	5	
Helt uenig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Helt enig

**60. Jeg kan direkte bruge opnået viden til at løse hverdags problemer***Mark only one oval.*

	1	2	3	4	5	
Helt uenig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Helt enig

**61. Jeg synes, at undervisningsmaterialer var gode***Mark only one oval.*

	1	2	3	4	5	
Het uenig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Helt enig

*Skip to question 62.***INDEKLIMA - forsat II****62. Er ledelsen involveret i indeklima drift? Hvordan?**

---

---

---

---

---

63. Hvilke kommunikationskanaler er der etableret for at formidle resultater til medarbejdere/ledelsen?

---

---

---

---

---

64. Bliver du evalueret på din indsats på indeklimaområdet? Hvad er dine primære opgaver?

---

---

---

---

---

## ENERGIFORBRUG

65. Hvem har ansvar for energiforbrug ?

Energistyring, mv.  
Mark only one oval.

- ☐ FM / driftsafdeling
- ☐ Ejer
- ☐ Udlejer
- ☐ Ekstern FM firma
- ☐ Other: \_\_\_\_\_

66. Findes der en strategi mht. energiforbrug?

Mark only one oval.

- ☐ JA      Skip to question 67.
- ☐ NEJ      Skip to question 71.
- ☐ VED IKKE / IKKE KLART      Skip to question 71.

## Der findes en strategi mht. energiforbrug

### Hvem har udarbejdet strategien?

---

For eksempel: Økonomi chef i ledelsesgruppen.

67. Den ansvarlige medarbejders jobtitel:

---



**68. Den ansvarlige medarbejderes organisatorisk placering:**

---

**69. På hvilket grundlag er strategien baseret?***Check all that apply.*

- ☐ Reduktion af CO2 uslipet
- ☐ Reduktion af energiforbrug
- ☐ Økonomiske betragtninger
- ☐ Ved ikke
- ☐ Other: 

---

**70. Yderligere oplysninger om energi-strategien:**

---

---

---

---

---

*Skip to question 71.***ENERGIFORBRUG - forsat I****71. Er der indført energistyring?***Mark only one oval.*

- ☐ JA *Skip to question 72.*
- ☐ NEJ *Skip to question 73.*
- ☐ VED IKKE *Skip to question 73.*

**Energistyring****72. Hvilket værktøj bruges til energistyring?***Mark only one oval.*

- ☐ Min energi
- ☐ Energy key
- ☐ Keep focus
- ☐ Omega
- ☐ Other: 

---

*Skip to question 73.***ENERGIFORBRUG - forsat II**

**73. Er ledelsen involveret i energiledelsen? Hvordan?**

---

---

---

---

---

**74. Er der en målsætning om at nedbringe energiforbruget?**

*Mark only one oval.*

- ☐ JA      *Skip to question 75.*
- ☐ NEJ      *Skip to question 76.*
- ☐ VED IKKE      *Skip to question 76.*

**Der findes en målsætning mht. nedsættelse af energiforbrug****75. Beskriv venligst målsætningen**

---

---

---

---

---

*Skip to question 76.*

**ENERGIFORBRUG - forsat III****76. Er der nogen certificering foretaget/planlagt?**

Skriv venligst hvilken certificering og hvornår blev den foretaget, eventuelt hvornår er den planlagt.

---

---

---

---

---

**77. Er ejendommen energimærket? Hvis ja, oplys venligst resultat.**

---

---

---

---

---

78. Hvilke nøgletal bruges til at skønne energiforbruget?

---

## DIT JOB

79. Hvilken af nedestående kategorier beskriver din stillingsbetegnelse bedst?

*Mark only one oval.*

- ☐ Service medarbejder
- ☐ Tilsynsførende service medarbejder
- ☐ Funktions- eller projektleder
- ☐ Øverste leder af FM funktion
- ☐ Strategisk leder

80. Hvad hedder din nuværende stilling?

---

81. Hvad er din organisatorisk placering?

---

82. Hvor lang tid har du arbejdet i din nuværende stilling?

Skriv venligst antal år.

---

83. Hvad var din stillings betegnelse før?

---

84. Hvad er din baggrund/ uddannelse?

---

---

---

---

---

85. Hvordan vurderer du dine kompetences niveau mht. dit nuværende job?

Indiker venligst på skalaen.

*Mark only one oval.*

1      2      3      4      5

Ikke tilstrækkelige

☐☐☐☐☐

Meget passende

**86. Hvilke kompetencer/viden/ informationer mangler du?**

---

---

---

---

---

**Personlige oplysninger**

OBS! Husk at personlige oplysninger er frivillige!

**87. Køn***Mark only one oval.*☐ Mænd☐ Kvinde**88. Alder?**

---

**89. Vil det være muligt at kontakte dig med yderligere spørgsmål?***Mark only one oval.*☐ JA      *Skip to question 90.*☐ NEJ      *Stop filling out this form.***Email kontakt****90. Skriv venligst din e-mail adresse her:**

---

Powered by



## **2.11. Bilag B – Eksempel af målerapport leveret til case-bygninger**

**OBS! Data der kunne lede til identifikation af bygningen er fjernet**



## Indeklima i [REDACTED] i lyset af de nuværende krav

Danmarks Tekniske Universitet og Frederiksberg Forsyning undersøger sammenhængen mellem en energieffektiv drift af ønsket indeklima og de kompetencer, værktøjer og retningslinjer, det driftsansvarlige personale har. Undersøgelsen er en del af forskningsprojektet EnDRIn finansieret af Dansk Energi Forsknings- og Udviklingsprogram ELFORSK ([www.elforsk.dk](http://www.elforsk.dk)). Undersøgelsen inkluderer samtaler med driftspersonale i undersøgte bygninger samt målinger foretaget over 2 uger af det termiske indeklima og luftkvaliteten på fem steder i hver bygning.

Formålet med denne rapport er at analysere indeklimamålinger udført i løbet af en 2-ugers måleperiode og sætte resultaterne i sammenhæng med anbefalinger og krav ifølge Arbejdstilsynet, Bygningsreglementet og gældende Danske standarder. Ideen er, at sådan et overblik hjælper at foretage vurdering af den indeklima relateret driftsstrategi som i øjeblikket bruges i bygningen.

Ved eventuelle spørgsmål kontakt venligst Jakub Kolarik, Lektor ved DTU Byg ([www.byg.dtu.dk](http://www.byg.dtu.dk)) på e-mail: [jakol@byg.dtu.dk](mailto:jakol@byg.dtu.dk)

### Krav til indeklima i kontorbyggeri

Både Byggeloven og Arbejds miljøloven udspecificerer krav til indeklima i kontorbyggeriet. Byggelovens regler og principper detaljeres i Bygningsreglementet, der skal bruges i forbindelse med projektering og opførelse af bygninger. Arbejds miljølovgivningen gælder for alle arbejdspladser og det er Arbejdstilsynet der varetager den "daglige administration" og udgiver vejledninger, der præciserer kravene for bestemte indeklimaområder.

- Arbejdstilsynets (At) indeklimatestbestemmelser skal bruges til vurdering af indeklimate i eksisterende bygninger. I forbindelse med målinger analyserede i den nuværende rapport er det *At-vejledning A.1.2 Indeklima, At-vejledning A.1.12 Temperatur i arbejdsrum på faste arbejdssteder, At-vejledning A.1.1 Ventilation på faste arbejdspladser*.
- Ved hensyn til funktionskravene og metoder til specifikation, verifikation og kontrol af termisk indeklima henviser den nuværende Bygningsreglement (BR15) til "*DS 474 Norm for specifikation af termisk indeklima*" der skal bruges i projekteringsfasen. Derudover indeholder standarden også anbefalinger vedrørende vurdering af indeklimate i bygningens driftsfase samt mulige overskridelse af grænseværdier.
- Der findes også en standard "*DS/EN 15 251 Input-parametre til indeklimate ved design og bestemmelse af bygningers energimæssige ydeevne vedrørende indendørs luftkvalitet, termisk miljø, belysning og akustik*". Normen kan bruges til projektering samt verificering af bygningens funktionalitet med numeriske simuleringer eller målinger, men dens brug er ikke påkrævet af BR15.
- Herudover findes også "*DS 3033 Frivillig klassificering af indeklimateets kvalitet i boliger, skoler, daginstitutioner og kontorer*". Standarden beskriver en frivillig mærkningsordning der kan bruges af bygningsejere og –brugere til vurdering af indeklimate.

Tabel 1 præsenterer et overblik over nuværende krav/ anbefalinger ifølge ovennævnte dokumenter.



Tabel 1 – Opsummering af kravene til det termiske og atmosfæriske indeklima (luftkvalitet) i dansk kontorbyggeri

		Generelt termisk indeklima			
Krav/vejledning	Brug	Rum temperatur <sup>(*)</sup>	Luftfugtighed	Luftkvalitet	Overskridelser af krav og andre noter/ bemærkninger
Arbejdstilsynet	Bygningsdrift	Ved stillesiddende og stillestående arbejde skal rum temperaturen ligge mellem 18 °C og 25 °C, bedst ca. ved 21-22°C. Temperaturen ved stillesiddende arbejde og normale klima- og arbejdsforhold må ikke overstige 25°C.	Der anbefales, at den relative luftfugtighed (RF) normalt bør ligge mellem 25 % og 60 % (lavest om vinteren og højest om sommeren)	Koncentration af kuldioxid (CO <sub>2</sub> ) må maks. være 1000 ppm	Bør ikke overskrides. Under særlige forhold fx hedebløge må der accepteres højere temperatur.
Bygningsreglement (BR15)	Projektering	Henviser til DS 474	Henviser til DS 474	Koncentration af kuldioxid (CO <sub>2</sub> ) må maks. være 900 ppm, hvis byggeriet er opført efter Bygningsklasse 2020	Bygherren fastlægger et maksimal antal af timer pr. år, hvor temperaturkravene må overskrides.
DS474	Projektering + bygningsdrift	Rum temperatur intervaller der er acceptable for mindst 90 % af siddende personer med almindelig beklædning svarende til årstiden: • Vinterforhold: 20 °C – 24 °C • Sommerforhold: 23 °C – 26 °C	Intet krav	Ikke relevant	Temperatur må højst være > 26 °C i 100 timer/år og > 27 °C i 25 timer/år. Der findes også krav mht. lokale påvirkninger (lufthastighed, stråletemperatursasymmetri, mm.) i DS 474.
DS/EN 15251	Projektering + bygningsdrift	Standarden fastlægger krav for fire forskellige indeklima klasser: <b>Klasse I (bygninger til særlig følsomme personer )</b> • Vinterforhold: min. 21 °C • Sommerforhold: max. 25,5 °C <b>Klasse II (bygninger med normale forventninger til indeklima)</b> • Vinterforhold: min. 20 °C • Sommerforhold: max. 26 °C <b>Klasse III (lave forventninger, acceptabelt i eksisterende bygninger)</b> • Vinterforhold: min. 19 °C • Sommerforhold: maks. 27 °C <b>Klasse VI (uacceptabelt)</b> • Vinterforhold: < 19 °C • Sommerforhold: > 27 °C	Den maksimale vandindhold i fugtigt luft x = 12 g/kg Anbefalende værdier for relativt luftfugtighed: <b>Klasse I (bygninger til særlig følsomme personer )</b> • 30 % – 50 % <b>Klasse II (bygninger med normale forventninger til indeklima)</b> • 25 % – 60 % <b>Klasse III (lave forventninger, acceptabelt i eksisterende bygninger)</b> • 20 % – 70 % <b>Klasse VI (uacceptabelt)</b> • < 20 % og > 70 %	Den anbefalende koncentration af kuldioxid (CO <sub>2</sub> ): <b>Klasse I (bygninger til særlig følsomme personer )</b> • 750 ppm <b>Klasse II (bygninger med normale forventninger til indeklima)</b> • 900 ppm <b>Klasse III (lave forventninger, acceptabelt i eksisterende bygninger)</b> • 1200 ppm <b>Klasse VI (uacceptabelt)</b> • > 1200 ppm	Der anbefales at grænseværdier for bestemt klasse må maks. overskrides i 5 % af brugstid.
DS 3330	Bygningsdrift	Standarden udspecificerer fem kvalitetsklasser (A++, A+, A, B, C) hvor A++ er den bedste og C er den dårligste. Klasse A svarer til kravene fra Bygningsreglementet. For mindre kontorbygninger (<600 m <sup>2</sup> ) vurderes de faktorer der påvirker indeklima (rudetyper, varmeanlæg, solafskærmning, osv.), i store kontorbygninger (>600 m <sup>2</sup> ) bruges målinger.			I op til 10 % af rummene kan accepteres mindre afvigelser fra kriterierne.

<sup>(\*)</sup> I alle standarder repræsenteres rum temperatur med så kaldt operativ temperatur. Operativ temperatur er en indeks der integrerer de to vigtigste type af menneskets vareudveksling – stråling og konvektion. Ved vurdering af det termiske indeklima i praksis kan der accepteres, at temperaturmålinger fra de faste almindelige indeklima målere bruges som et rimeligt skøn på operativ temperatur.



## Generel information om bygningen og måleudstyr

### Bygningen

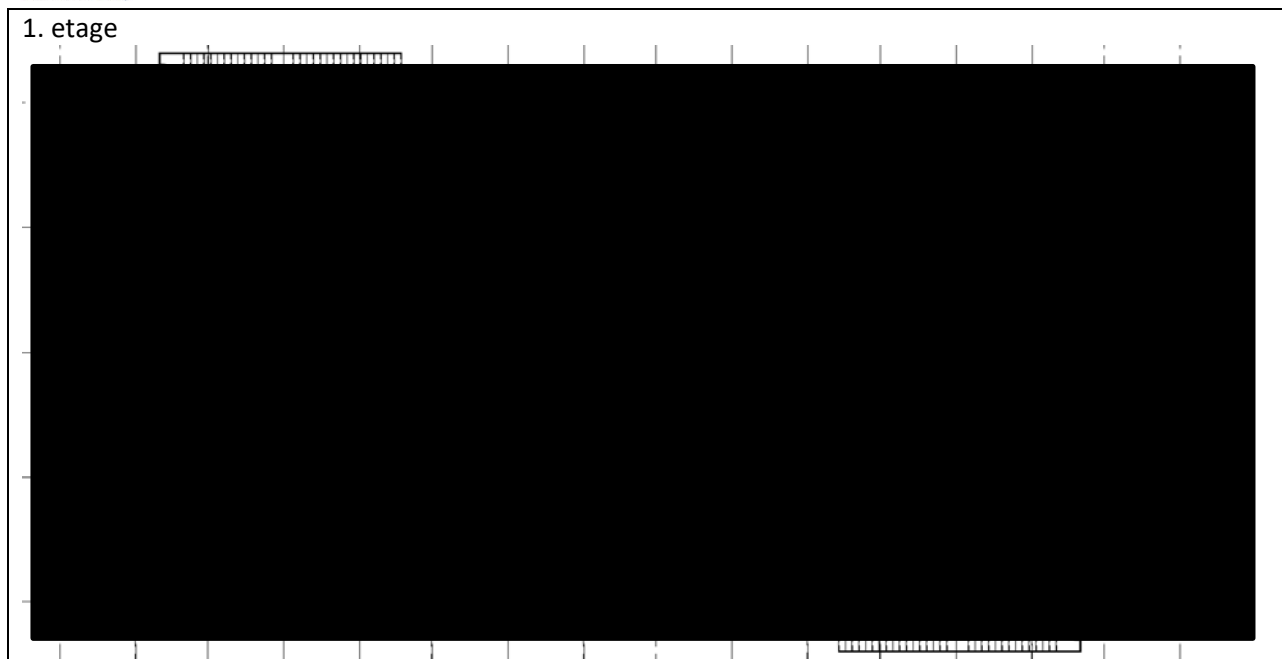
Navn:	
Adresse:	
Kontakt:	
Måleperiode:	24.4.2017 12:00 – 15.5.2017 8:00

### Måleudstyr

Navn og type:	IC-Meter Mobile, version 4.3 (5 enheder)
Måleparametre og nøjagtighed:	
Temperatur	$\pm 0,3$ K
Relativt luftfugtighed	$\pm 2$ %
CO <sub>2</sub>	$\pm 30$ ppm $\pm 3$ % af aflæst værdi
Støj	32-110dB (A) OBS! Ikke analyseret i denne rapport
Måleinterval:	5 minutter
Arbejdstid i bygningen:	Der antages følgende arbejdstid i analyserne: 8:00 – 18:00 Antal arbejdstimer i måleperioden: 206

### Placering af sensorer

Placering af sensorer i bygningen (et målepunkt er markeret med ★, den røde pil indikerer Nord):
Stueetage

## Resultater

I denne rapport præsenteres resultaterne ved såkaldte kumulative grafer. Graferne er opbygget sådan at der findes procent af arbejdstid på x-aksen mens en kumulativ fordeling af bestemt indeklimaparameter tegnes på y-aksen. Dette giver et nemmere overblik over hvor mange procent af arbejdstiden var parameteren under eller over bestemt grænseværdi.

### Rumtemperatur

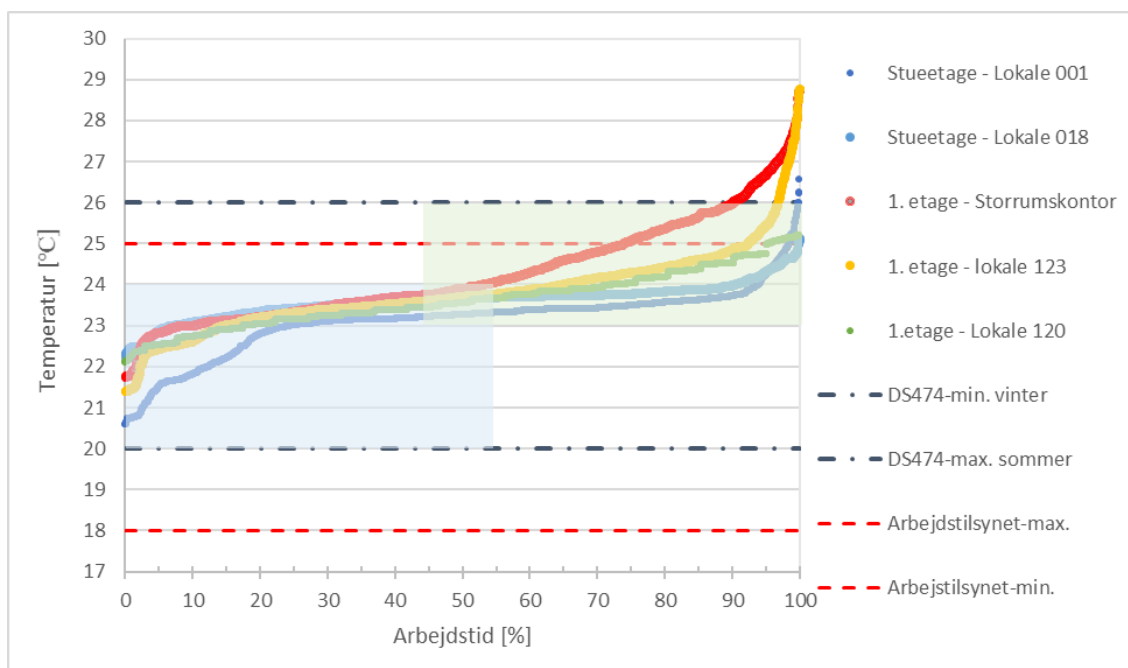


Fig. 1 – Kumulativ fordeling af rum temperatur i løbet af arbejdstiden; lyseblå og lysegrøn områder indikerer anbefalede temperaturgrænser ifølge DS 474 for vinter og sommer

Figur 1 viser fordelingen af rum temperatur i de fem analyserede steder i løbet af arbejdstiden. Laveste temperaturer blev målt i lokale 001 i stueetagen mod nord. Disse temperaturer kommer dog aldrig under 20 °C. Derfor kan det konkluderes at kraverne til den minimale temperatur var opfyldt i løbet af hele måleperioden. På den anden side viser målingerne, at rumtemperaturer i to rum på 1. etage overskrider både Arbejdstilsynets og DS 474 grænser til den maksimale temperatur. I storrumskontoret mod syd blev Arbejdstilsynets grænse oversteget i 25 % af arbejdstiden (~50 timer) mens DS 474s grænse blev oversteget i 10 % af arbejdstiden (~20 timer). Situationen var bedre i lokale 123 mod øst hvor arbejdstilsynets grænse blev oversteget i 8 % og DS 474s grænse blev oversteget i 2.5 % af arbejdstiden.

## Relativluftfugtighed

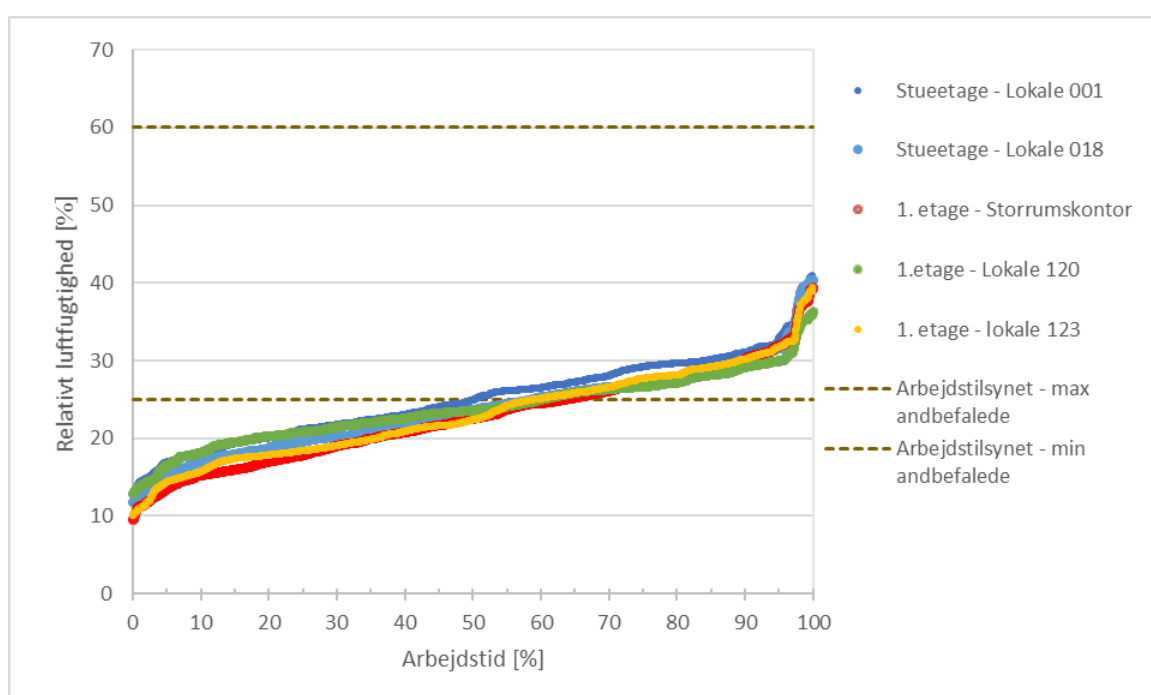


Fig. 2 - Kumulativ fordeling af relativluftfugtighed i løbet af arbejdstiden

Figur 2 viser fordeling af relativluftfugtighed i løbet af arbejdstiden. Der kan konstateres, at relativluftfugtighed var lavere end de anbefalede 25 % i cirka 50 % af arbejdstiden. Luftfugtigheden har generelt kun en lille indflydelse på termisk komfort og den lave luftfugtighed indikerer ikke risiko af skader på bygningen (kondens, skimelsvamp, osv.). Her skal alligevel nævnes, at lavere relativluftfugtighed under ca. 20 % kan resultere i udtørring af menneskers slimhinder. Dette fører til øvede irritation og i nogle tilfælde også til hals- og lungeinfektioner.

## Luftkvalitet

Kuldioxidkoncentrationen (CO<sub>2</sub>) er en indikator af luftforurening fra personer (kropslugt osv.) som repræsenterer den største forureningskilde i kontorbygninger. Derfor bruges kuldioxidkoncentrationen til vurdering om der er tilstrækkeligt ventilation i bygningen.

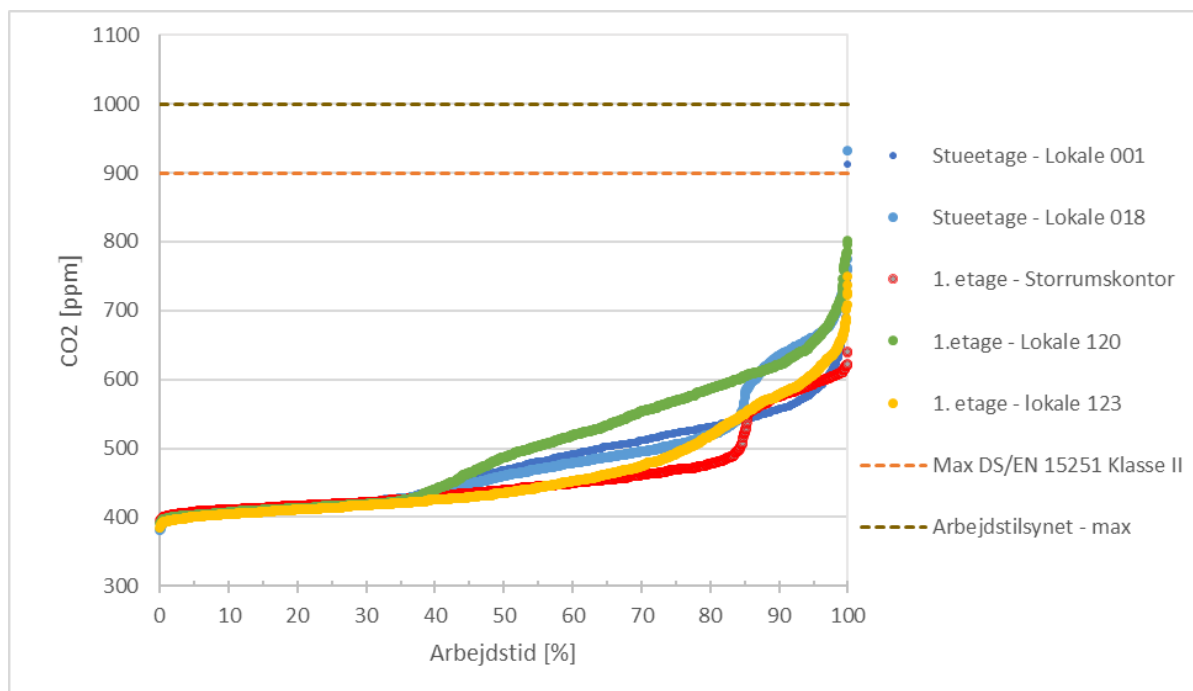


Fig. 3 - Kumulativ fordeling af CO<sub>2</sub> koncentration i løbet af arbejdstiden

Figur 3 viser fordelingen af CO<sub>2</sub> koncentrationen i løbet af arbejdstiden. På grund af målingerne kan der konstateres at arbejdstilsynets krav er opfyldt i alle lokaler. CO<sub>2</sub> koncentrationen var under 700 ppm de meste af arbejdstiden, hvilket betyder at DS/EN 15 251s krav til Klasse I (700 ppm) blev opfyldt i alle rum i løbet af måleperioden.

## Opsummering

- Med hensyn til det generelle termiske indeklima peger målingerne på, at det kritiske sted i bygningen er storrumskontorer mod syd, hvor antallet af arbejdstimer med rumtemperatur over 26 °C var betydelig.
- Den relative luftfugtighed var under 20 % omkring 30 % af arbejdstiden. Sådan lav luftfugtighed kan muligvis lede til medarbejdernes klager om "tør luft" på grund af irritation af udtørrede slimhinder.
- Målinger af CO<sub>2</sub> koncentrationen viser, at bygningen er ventileret tilstrækkeligt.

## Bemærkning vedrørende vejrforhold

Udendørsforhold har indflydelse på termisk komfort ved at folk plejer at klæde sig efter vejr. Dette er selvfølgelig ikke 100 % korrekt. I dag kan man godt finde en kvinde i let sommerkjole i en kontorbygning om vinteren. På en anden side findes der job hvor medarbejderne går i jakkesæt selv om det er en varm sommerdag. Alligevel arbejder nuværende normer med temperatur grænser for sommer og vinter der forventer "typisk" sommer/ vinter beklædning.



I praksis er det ret svært at finde grænser mellem vinter og sommer forhold. Derfor kommer der typisk mange problemer med termisk komfort om foråret og efteråret. I mange bygninger bruges der udetemperatur af 18 °C som en grænseværdi for skift fra vinterdrift til sommerdrift. Det er vigtigt at nævne at selve udetemperatur ikke er tilstrækkelig parameter for vurdering af både eksterne varme belastninger (solindfald) og menneskers adfærd mht. beklædning. Der skal altid tages hensyn til de aktuelle forhold i bygningen.

### Anbefalinger til yderligere indeklima analyser

Denne rapport fokuserer kun på såkaldt generelt termisk indeklima. I praksis kan der også opstå lokale termiske påvirkninger som træk, temperatur forskel mellem forskellige steder i opholdszonen, temperatur forskel fra hoved- til fodhøjde eller stråletemperatursasymmetri. I praksis kræver vurdering af disse parametre mere komplicerede målinger. Grænser for lokale termiske påvirkninger kan findes i DS 474 (Figur V 2.3a, side 13).